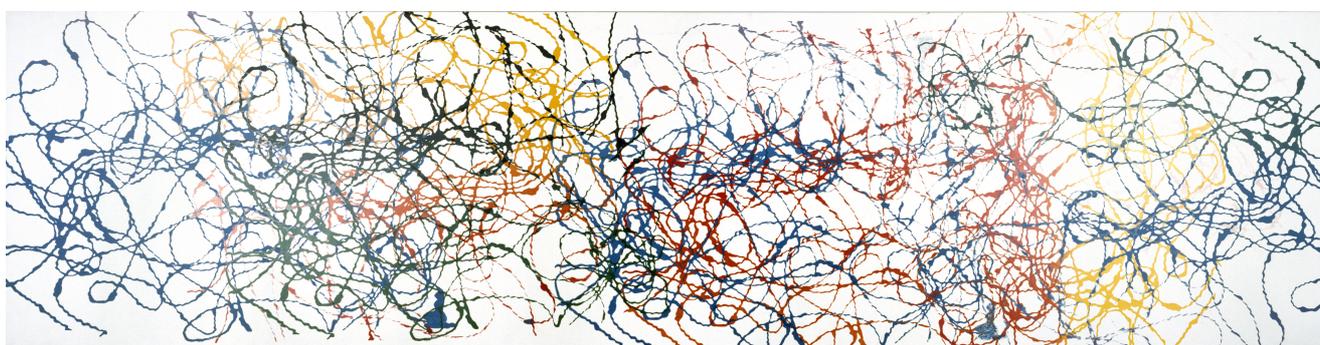


Vague C : campagne d'évaluation 2016 - 2017  
Unité de recherche  
Dossier d'évaluation



Andy Warhol: Yarn Painting, 1983 © 2015 The Andy Warhol Foundation for the Visual Arts, Inc. / Artists Rights Society (ARS), New York

Nom de l'unité : Biostatistique et Processus Spatiaux, UR 0546

Acronyme : BioSP

Nom du directeur pour le contrat en cours : Etienne Klein

Nom du directeur pour le contrat à venir : Etienne Klein

Type de demande :

Renouvellement à l'identique

Restructuration

Création ex nihilo

Établissements et organismes de rattachement :

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)

Choix de l'évaluation interdisciplinaire de l'unité de recherche :

Qui

Non

## 1. Présentation de l'unité

Notre unité de recherche existe sur le centre INRA d'Avignon depuis 1975 (rattachement au département de Biométrie en 1978). A sa création, son activité de recherche s'est d'abord concentrée sur les statistiques spatiales (géostatistique et géométrie stochastique) avec des intérêts appliqués pour l'environnement physique (sol, climat...). Depuis les années 2000, l'activité scientifique de BioSP s'est diversifiée, notamment par ses recrutements, avec (i) une part croissante de questions thématiques en écologie, épidémiologie et biologie des populations et (ii) l'analyse, l'utilisation et la simulation de systèmes dynamiques. La diversité des disciplines présentes à BioSP aujourd'hui permet d'aborder des questions ayant toutes trait à la modélisation des phénomènes spatiaux avec des approches variées, souvent complémentaires. Pour institutionnaliser cette orientation, l'unité a pris le nom « Biostatistique et Processus Spatiaux » en 2006.

A l'INRA, chaque collectif de recherche est engagé dans une triple dynamique : disciplinaire, programmatique et territoriale (cf. « Principes d'organisation de l'INRA »). **Pour la dynamique disciplinaire**, BioSP est rattachée au département MIA<sup>1</sup> (Mathématiques et Informatique Appliquées), et par ses activités en statistique, mathématiques et informatique elle contribue principalement à 2 des 3 axes méthodologiques de MIA : « AM1 : la science des données » et « AM2 : la modélisation intégrative des systèmes complexes », avec des intérêts thématiques dans 2 des 3 champs thématiques du département : « CT2 : Biologie des populations, écologie, épidémiologie » et « CT3 : Agronomie et environnement numériques ». Depuis les années 2000, BioSP comprend des agents des départements SPE et EFPA (3 chercheurs et 1 IE aujourd'hui) portant des questions méthodologiques en épidémiologie et en écologie. **D'un point de vue territorial**, sur le centre INRA PACA, BioSP contribue principalement à 2 des 3 pôles structurants : « ACG : Adaptation aux Changements Globaux » et « PHI : Production Horticole Intégrée ». Finalement, **concernant la dimension programmatique**, au sein de l'INRA ce sont deux métaprogrammes qui concernent l'activité de BioSP : « ACCAF : Adaptation au Changement Climatique de l'Agriculture et la Forêt » et « SMACH : Sustainable Management of Agriculture and Crop Health ». L'unité contribue également aux deux actions « Biologie prédictive » et « Agro-écologie » du document d'orientation 2010-2020 de l'INRA, ainsi qu'aux questions de « Sciences en société » mises en avant par l'Institut depuis quelques années.

L'environnement Universitaire de l'unité se partage entre trois pôles : (i) l'UAPV (Université d'Avignon Pays de Vaucluse), avec la présence d'un IUT STID et quatre enseignants-chercheurs de statistique qui partagent des intérêts méthodologiques avec les statisticiens de BioSP, (ii) l'UM (Université de Montpellier) et une participation historiquement forte de BioSP au M2 « Biostatistiques » et à l'Ecole Doctorale I2S et (iii) l'AMU avec à la fois des relations étroites avec l'Institut de Mathématiques de Marseille (et en particulier son équipe « Analyse appliquée ») et des collaborations sur les questions d'écologie spatiale en océanographie.

### Politique scientifique

Depuis plusieurs années, l'unité BioSP, définit son projet scientifique comme « *recherches en statistiques, systèmes dynamiques, écologie-épidémiologie et aux interfaces entre ces différentes disciplines, avec un intérêt particulier pour les questions spatiales et spatio-temporelles* ». Cet énoncé distingue bien les deux missions assumées dans le projet d'unité : (i) développer une recherche disciplinaire en Maths-Info et (ii) contribuer via la modélisation à une meilleure prise en compte des processus spatiaux dans les recherches thématiques de nos partenaires (à l'INRA et plus généralement dans les champs appliqués listés ci-dessus). Une analyse bibliométrique sommaire montre que ces deux missions sont représentées en ratios 40%-60% dans nos publications et 60%-40% dans nos publications en premier et dernier auteur.

La spécificité la plus forte du projet d'unité est de développer des thèmes de recherches interdisciplinaires en promouvant et en valorisant la diversité des profils de chercheurs et ingénieurs présents dans l'unité. A ce titre, les interactions privilégiées dans les différents cercles qui constituent notre environnement sont les suivantes :

- A l'intérieur de l'unité, le projet d'unité met en avant les collaborations interdisciplinaires entre statistiques, systèmes dynamiques et écologie-épidémiologie, ainsi que les interactions entre recherche et ingénierie, en particulier pour conduire à des productions autres que les publications avec facteur d'impact. Pour favoriser les interactions et la créativité aux interfaces, l'unité est organisée en une seule équipe (cf section ci-dessous).
- Les réseaux méthodologiques MIA<sup>2</sup> ou d'autres structures (GDR CNRS...), et les collaborations étroites avec les équipes académiques du territoire (Avignon, AMU, UM) et au-delà (département MIA,

<sup>1</sup> Les acronymes utilisés dans ce document sont listés en p22.

<sup>2</sup> <https://www.mathinfo.inra.fr/fr/community/portal/reseaux>

MinesParisTech, EHES... ) sont les lieux où se développent principalement nos recherches disciplinaires en Math-Info.

- Notre investissement dans la politique territoriale de l'INRA (Schéma du centre PACA ; pôles ACG, PHI, et PSP) et les liens forts avec les équipes INRA locales participent largement à la définition de nos thématiques privilégiées (climat, environnement, écologie, épidémiologie).
- Les projets ANR, Européens, binationaux (souvent avec d'autres équipes INRA) sont généralement le cadre de développements méthodologiques pour de nouveaux sujets thématiques sur le front de science.

Du fait de son implication dans trois pôles universitaires et sur deux principaux thèmes d'application (environnement-climat d'une part, épidémiologie-agroécologie d'autre part) BioSP a fait le choix de n'être partenaire d'aucun labex. Nous faisons néanmoins partie de la FR ECCOREV, centrée sur Aix-Marseille et participons au 2<sup>ème</sup> cercle de l'Institut de Convergence #DigitAg, sur l'Agriculture numérique, porté par Montpellier et dans lequel MIA est moteur.

A l'international, BioSP n'a pas une stratégie d'investissement avec un partenaire historique particulier, mais les nombreuses collaborations conduisent à des échanges et/ou des cosignatures avec plus de 15 pays sur la période évaluée (USA, Canada, Finlande, Ecosse, Allemagne, Pays-Bas, Espagne, Portugal, Italie, Suisse, Algérie, Tunisie, Japon, Chili, Brésil, Australie). Sur les années 2011 et 2016, les chercheurs de BioSP ont été impliqués significativement dans 6 projets Européens ou binationaux et dans trois réseaux internationaux (GDR ReadLab, groupe Franco-Danois SSIAB, réseau de collaboration INRA-CSIRO)

### Profil d'activités

BioSP est une unité propre de recherche méthodologique basée à Avignon, qui n'est pas un pôle universitaire fort dans notre domaine (pas de formation de 3<sup>ème</sup> cycle en maths-info ou statistiques). Notre stratégie consiste alors à concentrer notre activité sur la production de connaissances fondamentales et sur la structuration du dispositif de recherche (animation de réseaux, participation aux instances de l'INRA, évaluations). Notre investissement dans la formation par la recherche est donc moindre. Les interactions avec l'environnement socio-économique sont essentiellement indirectes, via nos laboratoires partenaires INRA. L'investissement dans l'enseignement reposait historiquement beaucoup sur Montpellier (master « Biostatistiques », master « Ecologie, Biodiversité, Evolution »). Les choix faits à Montpellier les années passées (à l'échelle de l'UM, de l'ED ou du master) ont réduit de fait notre implication sur cette activité.

Unité/Équipe	Recherche académique	Interactions avec l'environnement	Appui à la recherche	Formation par la recherche	Total
Ensemble	70%	5%	20%	5%	100 %

Table 1 : Répartition globale en pourcentage des activités de l'unité de recherche

### Organisation et vie de l'unité

BioSP est une unité de taille intermédiaire à l'INRA, qui compte à ce jour 21 permanents<sup>3</sup> (13 chercheurs, 7 ingénieurs, 1 technicienne administrative) et 11 non permanents (7 doctorants, 2 CDD ingénieurs, 2 post-doctorants). Cela représente l'effectif médian des unités de l'Institut, mais avec une structure « MIA », atypique à l'INRA (peu de TR et aucun AT), BioSP représente un collectif de chercheurs et ingénieurs nettement supérieur à la médiane.

L'unité a connu une croissance démographique conséquente, en phase avec la croissance du département MIA (Figure 1). Avec 7 arrivées et 1 départ sur la période évaluée, BioSP a connu une augmentation de 40% de son effectif de permanents<sup>4</sup>. L'augmentation de l'effectif repose essentiellement sur une augmentation du nombre d'ingénieurs (+133%), réalisant ainsi une volonté forte affichée dans le projet d'unité de 2011, et en anticipation des départs à venir (cf. GPEC section 4). Au delà des arrivées-départs, il est très satisfaisant également de constater les forts flux entre corps et grades, montrant les bons résultats dans les différentes procédures de concours et d'avancement (Table 2).

<sup>3</sup> Pour un décompte *a minima*, on retrancherait 1 MCF (en situation de délégation) et 2 DR2 (un statut de retraité chargé de mission et une autorisation à exercer dans une autre unité du centre INRA PACA) pour un total de 18 permanents.

<sup>4</sup> +20% si on garde la vision *a minima*

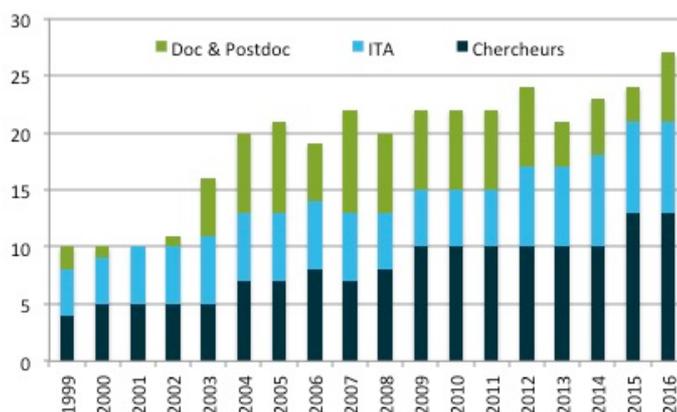


Figure 1 : Evolution démographique de l'unité BioSP depuis 1999

	janv-11	Arrivée	Promotion	Départ	juin-16
<b>DR1</b>			+2		<b>2</b>
<b>DR2</b>	<b>5</b>		+2	-2	<b>5</b>
<b>CR1</b>	<b>3</b>		+2	-2	<b>3</b>
<b>CR2</b>	<b>2</b>	2		-2	<b>2</b>
<b>IR1</b>		1			<b>1</b>
<b>IR2</b>		1	+1		<b>2</b>
<b>IE0</b>	<b>1</b>		+1		<b>2</b>
<b>IE1</b>	<b>2</b>			-2	
<b>IE2</b>		1			<b>1</b>
<b>AI</b>		1			<b>1</b>
<b>TREx</b>			+1		<b>1</b>
<b>TRSup</b>			+2	-1	
<b>TRN</b>	<b>2</b>			-2	
<b>MCF</b>		1			<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>+11</b>	<b>-11</b>	<b>21</b>

Table 2 : Répartition des effectifs permanents et flux sur la période évaluée. Les promotions listées sont les résultats de concours internes (DR1, DR2, CIPP, Sélection professionnelle) ou d'avancements au choix (CR1, CAPL et CCCR).

Dans une unité de cette taille et de cette composition, il est encore possible de ne pas constituer d'équipes et d'avoir un fonctionnement collégial, ce qui est le choix défendu à BioSP.

**Concernant l'animation scientifique**, plutôt que de constituer un pavage de l'unité en équipes, nous préférons une structure en axes, permettant plus de recouvrements et de mobilités thématiques. Le projet 2012-2015 affichait 3 axes principaux (« Mathématiques et statistiques pour les processus spatialisés », « Modèles de dispersion en écologie et en épidémiologie », « Ingénierie et exploration de modèles ») et 4 thèmes en émergence (« Trajectoires », « Analyse comparative de modèles », « Approximate Bayesian Computation » et « Statistiques spatiales pour le climat »). Ces quatre thèmes ont contribué à l'animation scientifique (réunions thématiques) pendant une partie de la période évaluée, en plus de l'animation par projets et des séminaires hebdomadaires. Ces thèmes ont connu des destins différents. Dans le projet d'unité pour les années prochaines, le travail réalisé a confirmé nos 3 axes disciplinaires et a permis d'identifier 4 priorités thématiques qui structureront l'animation scientifique interne sur la période 2016-2021 (cf Section 4). Au-delà de ces thèmes de recherche, on peut également souligner le rôle important du cluster de calcul de l'unité dont la consolidation fait partie de la stratégie de BioSP depuis la dernière évaluation (cf Annexe 3). Il fournit, en partie, la puissance de calcul nécessaire à l'estimation des modèles, et permet de jouer un grand nombre de simulation des modèles étudiés, et il a un rôle structurant pour l'activité scientifique, notamment concernant les interactions entre recherche et ingénierie.

**Concernant la vie de l'unité**, les décisions qui concernent le collectif, des plus pragmatiques à propos du quotidien et des moyens jusqu'aux orientations du projet scientifique ou aux besoins de compétences, sont discutées ouvertement en réunions de laboratoire organisées tous les premiers vendredis du mois (AG rassemblant permanents

et non-permanents). La recherche de consensus est la règle. Quelques rares sujets peuvent être abordés uniquement en présence des permanents (e.g. rédaction d'un profil de recrutement). Ce fonctionnement appréciable est rendu plus aisé grâce à des moyens financiers confortables (Table 3) du fait de participations régulières à des projets de recherche financés (cf Annexe 7). Hormis les budgets fléchés sur des dépenses spécifiques dans les projets, le reste du budget est collectif, les bilans budgétaires sont présentés annuellement et des points comptables sont faits tous les trois mois en réunions de laboratoire. La gestion budgétaire, administrative et matérielle ainsi que les aspects humains, réglementaires et hiérarchiques ont été assurés de 2011 à 2015 par le Directeur d'Unité et la Gestionnaire d'Unité (E Klein et S Jouslin). Depuis janvier 2016, un Directeur d'Unité Adjoint (L Roques) complète le dispositif (Lettre de mission en Annexe 4). La plupart des membres de l'unité ont accepté des responsabilités pour aider le trinôme DU/GU/DUA (cf Tableau responsabilités en Annexe 4).

Des journées de travail scientifique hors-les-murs (31 mai 2012, 13 janvier 2014, 27 mai 2015), ainsi que les AG organisées pour les visites du département MIA au laboratoire BioSP (19 avril 2012, 21 octobre 2014, 21 avril 2016), permettent de rassembler l'ensemble des membres (permanents et non-permanents), de partager sur le projet d'unité et ses évolutions, de présenter des avancées récentes dans les trajectoires scientifiques individuelles. Des événements conviviaux devenus « institutions » (repas de fin d'année, bbq de juillet, ...) contribuent à renforcer les liens humains au sein de l'unité.

Lignes budgétaires	2011	2012	2013	2014	2015	2016 <sup>5</sup>	TOTAL
<b>SE parts chercheurs</b>	76711	79612	79507	71123	87615	82687	<b>477256</b>
<b>SE lignes spécifiques (MP, réseaux, CATI, AAP)</b>	42212	38600	31980	49790	51277	47363	<b>261223</b>
<b>RPSIB</b>	0	2250	836	9206	557	6500	<b>19351</b>
<b>CONTRATS - 141 Salaires</b>	65091	78295	83664	123639	129051	120920	<b>600660</b>
<b>CONTRATS - 120, 300 Fonctionnement</b>	33609	58031	41269	74917	77889	53149	<b>338864</b>
<b>CONTRATS - 126 Prestations de service</b>	0	16697	17470	14723	32200	32216	<b>113306</b>
<b>CONTRATS - 250 Investissement</b>	13632	9595	19156	15179	4492	3811	<b>65866</b>
<b>TOTAL</b>	<b>231255</b>	<b>283080</b>	<b>273882</b>	<b>358577</b>	<b>383081</b>	<b>346646</b>	<b>1876526</b>

Table 3: Budgets annuels de l'unité BioSP

Nombre de séminaires organisés dont	79
<b>A l'IUT STID</b>	21
<b>Orateurs de BioSP</b>	23
<b>Orateurs nationaux</b>	43
<b>Orateurs internationaux</b>	13

Table 4 : Chiffres du Café des Sciences, séminaire du lundi, en collaboration avec les statisticiens de l'UAPV et ouvert aux autres unités du centre

**Faits marquants**

<sup>5</sup> Pour 2016, les chiffres sont prévisionnels

Développement des approches mécanico-statistiques, pour estimer des paramètres de mécanisme d'intérêt à partir d'observations indirectes et hétérogènes. 6 publications [4, 73, 87, 91, 121, 136], un chapitre de l'ouvrage Roques (2013) et un fait marquant sélectionné par l'INRA (voir aussi Section 2.1.4)

Méthode statistique pour la reconstruction d'arbres de transmission de maladies à partir de données génético-spatio-temporelles. Publication initiale [29] (33 citations) puis publications [96, 144] et acceptation du projet ANR SMITID (voir aussi Section 2.1.5)

Nouvelles définitions mathématiques des fronts tirés et fronts poussés, à partir de propriétés concernant le transport de fractions neutres au sein du front de propagation. Article dans PNAS [24] (32 citations) et articles [37, 78, 111, 112, 122] qui ont suivi (voir aussi Section 2.1.6)

Développement de méthodes statistiques et d'outils informatiques pour le générateur stochastique de variables climatiques WACSGEN [140, 141] (package WACSGEN, annexe 6.5). Ce générateur permet de reproduire des séries temporelles de variables climatiques, notamment utilisées en entrées de modèles de cultures ou de populations naturelles (voir aussi Section 2.1.1)

Formalisation mathématique et développements numériques pour la résolution de systèmes d'EDP sur des supports couplant des éléments 1D-2D. Application à l'étude de la dynamique spatio-temporelle du moustique-tigre dans la publication [146] (voir aussi Section 2.1.6)

Investissement dans le réseau Statistiques pour les Sciences Participatives CiSStats, et accompagnement d'une dizaine d'associations et réseaux d'observateurs pour l'exploitation des données collectées par les citoyens. Publication [135] et obtention d'un co-encadrement de thèse INRA-INRIA débutant en octobre 2016. (voir aussi Section 2.1.5)

## 2. Réalisations

### Production scientifique

L'unité BioSP développe des travaux en statistiques, systèmes dynamiques et en écologie-épidémiologie, sur des questions spatiales ou spatio-temporelles. Au-delà de l'aspect spatial, les points communs à beaucoup des travaux de l'unité sont :

- le souci de *modélisation*, souvent mécaniste (statistique paramétrique, modèles hiérarchiques, couplages déterministes-probabilistes, observations non-gaussiennes, processus d'observation, limites micro-macro) : cette tendance résulte de l'intérêt porté aux processus et mécanismes étudiés/observés. Les modèles développés restent parcimonieux, dans un objectif d'estimation et d'analyse mathématique.

- une approche *finalisée*, mais pas uniquement appliquée : les sujets développés sont souvent initiés par des collaborations avec des partenaires de l'INRA ou *a minima* inspirés par des questions d'écologie, d'agriculture ou d'environnement. Pour autant, les développements qui en découlent ne sont pas utilitaristes mais visent des réponses méthodologiques génériques, l'émergence de nouvelles questions théoriques ou de nouveaux formalismes.

- le travail sur des supports spatiaux atypiques (réseaux arborescents, 2D/1D, mosaïques paysagères...) : c'est là aussi une conséquence de la recherche de réalisme dans les modèles déterministes, probabilistes ou informatiques développés.

- la prise en compte de la dimension génétique dans les données et les modèles : cette tendance résulte d'une part d'un accès aux données génétiques soulevant de nouvelles opportunités d'inférence et, d'autre part, de questions d'adaptation émergeant en écologie et en épidémiologie.

- une évolution récente vers plus de transfert : elle est matérialisée à la fois par des nouveaux développements d'outils informatiques (packages R/Matlab, sites web, codes C/Freefem), nécessitant une collaboration étroite entre chercheurs et ingénieurs, et par la publication de travaux à destination de scientifiques thématiques.

Pour présenter l'activité et les productions de la recherche et de l'ingénierie réalisées à BioSP en soulignant la plus-value des interactions entre nos disciplines, la présentation choisie distingue des sujets « disciplinaires », en statistiques, en analyse de systèmes dynamiques et en écologie-épidémiologie (Sections 2.1.1-2.1.3), et des sujets à la frontière entre ces disciplines (Sections 2.1.4 à 2.1.6).

#### 2.1.1 Statistiques spatiales et spatio-temporelles

La recherche en statistiques spatiales, présente dans l'unité depuis les années '80, continue à être un des domaines de recherche central de l'unité. Cette activité couvre des aspects de géométrie stochastique (processus ponctuels et processus d'objets), la théorie des champs aléatoires, ainsi que la géostatistique (que l'on distingue ici de la théorie des champs aléatoires par sa finalité prédictive). Sur la période récente, la recherche en statistiques spatiales s'est enrichie en direction des méthodes pour les données spatio-temporelles et des modèles spatiaux pour les valeurs extrêmes, avec des applications en direction des variables du climat.

**Géométrie stochastique** - Une série de travaux concerne les processus de points : des résultats ont été obtenus concernant l'estimation des caractéristiques du second ordre (fonction d'interaction [81] ; rayon d'interaction [19]), ainsi que pour des statistiques de goodness-of-fit pour les processus de points marqués non stationnaires [28]. Un concept nouveau, la dispersion groupée [88] à base de processus de Neyman-Scott doublement inhomogènes, a été proposé pour modéliser la dispersion de pathogènes transportés par des spores. Les processus d'objets ont été abordés dans deux travaux, l'un concernant l'utilisation d'un modèle Booléen hiérarchique (réunion d'objets aléatoires centrés sur des points Poissoniens hétérogènes) pour estimer le "Leaf Area Index" de forêts denses [83], et l'autre proposant une revue exhaustive des métriques de connexité [56]. Avec le recrutement en 2014 de T. Opitz sur un profil de CR « géométrie stochastique » et de J. Papaix, des travaux se sont engagés sur des processus de tessellation, des modèles de mosaïques ou des processus de fibres, avec pour objectif de représenter des mosaïques paysagères. Des méthodes de statistiques numériques (de type « INLA ») pour des processus de points ou d'objets sont également étudiées.

**Champs aléatoires** - A la suite de travaux proposant une modélisation de l'anisotropie de phénomènes de dispersion [50], une caractérisation complète de l'anisotropie des champs aléatoires a été obtenue [161], ouvrant la voie à de nouvelles classes de modèles d'anisotropie qui vont bien au-delà de ceux usuellement utilisés en statistiques spatiales. Avec l'arrivée de T. Opitz, la recherche sur les champs aléatoires s'est élargie à la modélisation des extrêmes spatiaux. De nouveaux modèles de champs d'extrêmes spatialisés (processus de Pareto elliptiques [118] ; champs aléatoires de Laplace [149]) ainsi qu'un nouvel outil de caractérisation, le spectrogramme [127], ont été proposés, avec des applications aux dégâts de vents [128]. Dans le domaine des statistiques spatio-temporelles, [158]

propose une nouvelle classe, riche et flexible, de fonctions de covariance (caractérisant complètement les champs Gaussiens), multivariée, spatio-temporelle. Il s'agit d'une avancée importante et originale dans ce domaine des statistiques, ouvrant la voie à une nouvelle génération de résultats et à des possibilités de modélisation accrues. Une thèse, présentée plus en détail en 2.1.4., a récemment été engagée pour faire un lien entre fonctions de covariances spatio-temporelles et solutions d'EDP stochastiques. Enfin, un ensemble de travaux concernant les données catégoriques. Sur l'espace continu (à 2 ou 3 dimensions), une nouvelle méthode de prédiction de variables catégoriques basée sur un maximum d'entropie a d'abord été proposée [22], puis a été généralisée en la replaçant dans le cadre plus général de la combinaison de probabilités [51].

**Géostatistique** - Du point de vue méthodologique, les recherches en géostatistique se sont essentiellement focalisées sur deux aspects. D'une part, dans le cadre d'un groupe de travail NCEAS, nous avons travaillé sur l'analyse géostatistique de données sur des réseaux (un réseau est une structure 1D plongée dans un espace 2D) avec des applications sur les réseaux de rivières [104, 90]. En particulier, un papier de synthèse [57] propose une approche intégrée pour la modélisation des réseaux écologiques dendritiques. D'autre part, de résultats ont été obtenus en géostatistique fonctionnelle ; ils concernent la modélisation et la prédiction spatiale de courbes géoréférencées [113], avec une application en océanographie [139]. Du point de vue des applications, la cartographie d'espèces occupe évidemment une place importante, donnant lieu à de nombreux développements méthodologiques pour tenir compte des processus d'observations particuliers dans le cadre d'une modélisation hiérarchique. Ainsi, la densité de plantes adventices est cartographiée [47] à partir de données très hétérogènes (comptage, notation subjective, ...) ; une analyse multi-échelle décompose la variabilité de la distribution d'espèces [48] ; la distribution spatiale de Mustelidae (les belettes, en langage courant) est obtenue en prenant en compte l'effort d'échantillonnage [135]. Plus récemment, des applications de la géostatistique portent sur les variables du climat : analyse multivariée spatio-temporelle [158], désagrégation horaire de cumul journalier de précipitation [140], analyse spatio-temporelle de la puissance de vent à l'échelle d'un pays [66]. Un article de synthèse sur les générateurs stochastiques de condition météorologiques a également été publié [141]. Le générateur stochastique de données météorologiques WACS (Flecher et al., 2010) a été développé sous la forme d'un package R déposé sur le CRAN <http://cran.r-project.org/web/packages/WACS/index.html>. Une version en C++ a été portée par la plate-forme RECORD, développée et maintenue par les départements MIA et EA. Sur les analyses de variables climatiques, un effet de persistance de la pluie après de fortes précipitations [137] a été mis en évidence sur de nombreuses chroniques de précipitations autour du monde. Ce travail a fait l'objet d'un gros effort de diffusion à travers un portail web <http://w3.avignon.inra.fr/rainfallfeedback/> et un package R <https://cran.r-project.org/web/packages/FeedbackTS/index.html>.

### 2.1.2 Systèmes dynamiques

Les équations aux dérivées partielles de réaction-diffusion ou intégro-différentielles permettent de représenter des dynamiques spatio-temporelles de concentrations (p. ex. densité de propagules) sous l'effet de phénomènes de dispersion et de croissance. Ces équations permettent d'intégrer différents types d'interactions, locales ou non locales, linéaires ou non linéaires, entre les éléments constitutifs de la concentration et le milieu dans lequel la concentration évolue (p. ex. un paysage). Leur utilisation sur des problématiques appliquées développées au sein de BioSP a permis des avancées importantes (cf Sections 2.1.4 et 2.1.6). Nous conduisons également des travaux mathématiques théoriques et généraux sur ce thème ; ils se sont principalement distribués suivant trois directions : l'analyse d'équations non locales, les problèmes inverses et les phénomènes de propagation.

**Théorie linéaire des opérateurs non locaux** - La série de travaux [45, 75, 134, 156, 160], vient enrichir les connaissances sur la théorie linéaire des opérateurs non locaux, connaissances indispensables pour l'étude d'équations non locales non linéaires. Par exemple, [75, 134, 156, 160] établissent certaines propriétés qualitatives de la valeur propre principale d'un opérateur non local hétérogène (formulation variationnelle, monotonie, existence d'une mesure positive associée...). Dans [45], c'est une inégalité de type Harnack pour les solutions positives de problèmes non locaux linéaires généraux qui est obtenue. Ces résultats sont à la base d'autres développements mathématiques sur les critères de survie dans les équations de réaction dispersion [134, 138], (voir Section 2.1.6), l'existence de fronts pulsatoires [74] ou encore l'existence d'un phénomène de concentration pour les solutions d'équations de mutation-sélection [159].

**Problèmes inverses** - Les travaux [25, 44, 72, 91, 110] regroupent nos contributions à la résolution de problèmes inverses. Ils portent principalement sur de nouvelles méthodes permettant de retrouver différents coefficients de modèles de réaction-diffusion à partir de mesures exactes mais très partielles de la solution. Ces résultats se distinguent nettement des résultats classiques sur les problèmes inverses (M. Choulli, *Springer*, 2009) par la nature non linéaire des équations considérées et par la taille réduite du domaine d'observation.

**Phénomènes de propagation** - Avec l'introduction de nouveaux concepts tels que les fronts généralisés, les semi-fronts, la structure interne ou encore les solutions accélérées, l'étude des phénomènes de propagation a connu

ces dernières années des développements spectaculaires. Dans ce domaine très actif, nos contributions portent sur l'unicité et la stabilité des solutions « fronts » en milieu hétérogène périodique [13], l'obtention d'une caractérisation générique des propriétés d'aplatissement des solutions accélérées [153], la construction de semi-fronts pour une variante bistable de l'équation de Fisher-KPP non locale [114], ainsi qu'une caractérisation des semi-fronts de grande vitesse, solutions de l'équation de Fisher-KPP non locale [52]. Les résultats de [37] sont à l'origine du concept de structure interne d'une solution, en définissant de *nouvelles notions de fronts poussés et tirés*, dont les définitions sont basées sur la décomposition du front considéré en sous-groupes neutres. Ces nouvelles notions ont été étendues à d'autres types de solutions apparaissant dans le cadre intégro-différentiel [111]. Elles sont particulièrement adaptées à l'étude de la dynamique de la structure génétique spatiale de populations en expansion (cf Section 2.1.6).

### 2.1.3. Epidémiologie & Ecologie Spatiales

La présence de chercheurs non-MIA au sein de BioSP ainsi que le souci de s'impliquer pleinement dans nos sujets d'application privilégiés nous amène à produire des résultats qui relèvent pleinement de l'écologie ou de l'épidémiologie spatiales : ce sont bien les processus écologiques ou épidémiologiques qui sont centraux dans ces études plutôt que les méthodes et modèles mis en œuvre. Sur ce thème, la production scientifique se regroupe en quatre thèmes détaillés ci-dessous. De façon transversale à ce découpage, le paysage intervient comme un élément commun à tous ces travaux : la plupart considèrent en effet des interactions entre individus ou espèces spatialisées, conjointement à une description spatiale de l'environnement. Avec le recrutement de J. Papaix en 2014 sur un profil de CR « épidémiologie du paysage » et celui de T. Opitz, l'objet « paysage », et en particuliers les mosaïques paysagères en agro-écologie, deviennent le centre d'intérêt principal de plusieurs études.

**Distribution d'espèces et assemblage des communautés** - Les travaux réalisés visant à étudier la distribution spatiale et spatio-temporelle des espèces s'étalent sur un gradient, allant de la description simple des zones géographiques de présence, associée ou non à une abondance [7, 11, 21, 47, 79, 98, 99, 135], jusqu'à la description et la compréhension de mécanismes régissant les interactions entre l'environnement et les espèces considérées [39, 116, 129, 133, 139]. Certains travaux se focalisent sur une espèce précise [21, 85, 129, 133, 135, 139], d'autres sur un faible nombre d'espèces en interaction (proie-prédateur ou hôte-pathogène, [64, 79, 98, 99, 116]) voire sur l'assemblage de communautés plus complexes [39, 40, 47, 58]. Les espèces étudiées sont diversifiées puisque nous avons contribué à des études en écologie marine, en épidémiologie et protection des végétaux, et en écologie des communautés végétales et aviaires.

**Démographie, cycles de vie et invasions biologiques** - Les aspects démographiques des dynamiques spatio-temporelles des populations sont une part importante des travaux réalisés en écologie et épidémiologie spatiales à BioSP. Un premier corpus d'études vise à préciser chacune des étapes clefs dans les cycles de vie d'organismes d'intérêt. Un focus assez fort y est fait sur la phase de dispersion [4, 9, 18, 60, 71, 77, 92, 93], cruciale pour déterminer les propagations et expansions qui nous intéressent. Les autres traits d'histoire de vie, comme la latence [123], la reproduction [10, 30, 68, 102, 131], la survie hivernale [125, 136], sont également largement étudiés. Un second corpus d'études est orienté sur l'étude des dynamiques spatio-temporelles en elles-mêmes, en biologie de l'invasion [35, 101, 122, 132, 146], épidémiologie animale [94, 117] et végétale [55, 59, 124]. Certaines études en épidémiologie s'attachent aussi à lier la dynamique du pathogène aux dégâts observés [97].

**Interaction démo-génétique en écologie évolutive et durabilité des résistances** - Outre les études qui modélisent la dynamique et la structure de la diversité génétique neutre sous différents scénarios démographiques (cf. 2.1.5 et 2.1.6), les couplages démo-génétiques nous ont permis d'étudier (i) la dynamique de l'adaptation génétique sous scénarios démographiques spatio-temporels réalistes incluant des pressions de sélection hétérogènes et (ii) les dynamiques démographiques explicitement déterminées par les fitness des individus. En dynamique de l'adaptation, l'accent est mis sur la dispersion soit en tant que trait sous sélection [119], soit en tant que facteur modifiant la perception de l'hétérogénéité environnementale [6, 16, 32, 62]. Des études en génétique des populations visent aussi à caractériser le potentiel adaptatif de populations naturelles [8, 23, 26, 43, 61, 109]. Une application particulière en épidémiologie végétale est de caractériser les facteurs démo-génétiques des interactions plantes-pathogène qui influencent la durabilité des résistances des plantes cultivées [38, 126].

**Epidémiologie et caractérisation de l'état sanitaire des ruchers** - Pour mener des études épidémiologiques sur les risques sanitaires touchant les ruchers *in situ* dans les paysages agricoles, BioSP a contribué au développement d'outils méthodologiques. [53, 69, 70, 76, 147] montrent les effets de l'environnement, de toxiques et de virus sur la santé des abeilles. S'appuyant sur la mise en place et le suivi pendant 8 ans de deux observatoires (lavande et tournesol), une méthodologie de mesure et d'analyse de l'état sanitaire à l'échelle du rucher est proposée dans le projet APIMODEL (Annexe 7). Concernant le parasite *Varroa*, son expansion est étudiée dans [95], une méthodologie de mesure proposée dans [130] et un projet Européen est soumis [INNOV'API]. Par ailleurs, des développements

informatiques ont permis de mettre à disposition les résultats des suivis sanitaires via une base de données spatialisée interrogeable sur internet [Annexe 6.5].

#### 2.1.4 Interactions Systèmes dynamiques x Statistiques

Associer des mathématiciens spécialistes d'EDP à des statisticiens spatiaux au sein de la même équipe et sur les mêmes objets d'applications est un parti pris depuis plus de 10 ans, et qui fait une des principales originalités de BioSP. Deux principaux thèmes sont l'objet de travaux pluridisciplinaires : les approches mécanistico-statistiques, avec des objectifs finalisés (estimer des paramètres mécanistes, comprendre le rôle de covariables, faire de la prédiction/scénarisation) et méthodologiques (prendre en compte de données particulières et/ou des dynamiques particulières) et le développement d'outils EDP (équations aux dérivées partielles) pour l'analyse macroscopique de processus individu-centrés et le développement de méthodes d'inférence associées à ces outils.

**Approches mécanistico-statistiques (couplages systèmes dynamiques/probabilités/statistiques)** - Les approches mécanistico-statistiques couplent un sous-modèle décrivant la dynamique spatio-temporelle du processus étudié (ici un modèle mécaniste, éventuellement stochastique), un sous-modèle probabiliste décrivant le processus d'observation et une méthode statistique d'estimation des paramètres. L'originalité de nos approches, par rapport approches fondées sur les modèles espace-état classiques, tient dans l'utilisation de modèles mécanistes basés sur des EDP et dans le type de données considérées, spatiales et souvent fortement censurées.

Nos premiers travaux faisant intervenir ce type de couplage datent de 2011 [4], pour la prise en compte de données binaires (présence/absence) dans un modèle diffusif d'expansion de la processionnaire du pin. L'intérêt des unités partenaires pour ce type d'approches nous a conduit à organiser un atelier sur ce thème en 2013 (cf. Annexe 6b4) ainsi qu'un article à vocation de transfert [87] (voir également le livre Roques 2013). Depuis, nos travaux ont fait intervenir différents types de couplages, chacun ayant nécessité des développements méthodologiques spécifiques : EDP à retard et données de type carottes glaciaires (simulées) en collaboration avec le Department of Atmospheric & Oceanic Sciences de UCLA [91] ; EDP 2D/1D (voir Section 2.1.6) et données discrètes de propagation du moustique tigre [146] ; processus de diffusion de type Equations Différentielles Stochastiques (EDS) ou EDP et données génétiques spatio-temporelles [121]. Parallèlement à ces travaux, nous avons développé un module pour le logiciel JAGS. Ce module permet de coupler des simulateurs d'EDP (e.g., Freefem) avec les algorithmes d'estimation déjà implémentés dans JAGS pour mettre en œuvre de façon simple et efficace l'estimation des paramètres de ces modèles par MCMC.

**EDP comme outils d'analyse de processus stochastiques de type diffusion/branchement** - Classiquement, les méthodes des moments se basent sur une cascade d'équations différentielles liant les moments d'ordre  $n$  du processus avec les moments d'ordre  $n+1$ , induisant un problème de fermeture. En utilisant des outils de probabilité du type Feynman-Kac, appliqués à la fonction génératrice des cumulants de processus de diffusion-branchement (systèmes d'EDS couplées), nous obtenons des EDP permettant de décrire la dynamique de l'ensemble des moments du processus considéré. Nous avons appliqué cette méthode à un processus stochastique intervenant en génétique des populations, et décrivant des événements de mutation-sélection-dérive [163], voir Section 2.1.6. L'analyse mathématique des EDP obtenues est le sujet d'une thèse débutée en 2015 à BioSP (Marie-Eve Gil), et co-encadrée en partenariat avec l'IMM (AMU) et le CAMS (EHESS). Une autre thèse est en cours depuis 2014 (Amel Ouari) sur les processus de branchement multi-types mettant en jeu des EDP linéaires pour les génératrices des moments. Les solutions des EDP sont utilisées pour obtenir les lois de transition du processus markovien associé dans un but d'inférence statistique. Dans le même ordre d'idée, une thèse co-encadrée avec l'équipe de géostatistique de MinesParisTech (Ricardo Carrizo) vise à établir des liens entre champs aléatoires Gaussien spatio-temporels et solutions d'EDP stochastiques. Cette approche permet de construire des classes de fonctions de covariance spatio-temporelles ayant une interprétation physique.

Nos travaux à l'intersection entre systèmes dynamiques et statistiques font intervenir des outils de probabilités. Le renforcement de BioSP sur cette compétence est défendu depuis la précédente évaluation HCERES et permettra de nettement consolider notre contribution sur ces sujets (cf. GPEC en section 4).

#### 2.1.5 Interactions Statistiques x Epidémiologie & Ecologie

Développer des méthodes statistiques spécifiques pour analyser des données spatialisées collectées par nos collègues écologistes et épidémiologistes est une activité de recherche qui s'appuie sur les recherches en statistiques spatiales et spatio-temporelles (ST) de l'unité, et qui répond à une de nos missions au sein de l'INRA (à savoir « contribuer via la modélisation à une meilleure prise en compte des processus spatiaux dans les recherches thématiques de nos partenaires »). Un premier ensemble de travaux s'articule autour de modèles de dispersion (de graines, des pollens, des spores, des insectes...) fondés sur des champs aléatoires construits par convolution. De manière complémentaire, l'exploitation des données génétiques ou génomiques pour informer des dynamiques spatio-temporelles rassemble un deuxième ensemble de travaux, et s'est largement renforcée sur cette période. Enfin, le

développement d'approches centrées spécifiquement sur les données issues de sciences participatives constitue un thème nouveau dans l'unité.

**Modèles de dispersion fondés sur des champs aléatoires construits par convolution avec un noyau** - En géostatistique, on peut construire des classes relativement riches de champs aléatoires par convolution d'un processus gaussien spatialement discret ou continu et d'un noyau. Dans le cadre des dynamiques de populations en écologie et épidémiologie, cette approche permet de représenter la dispersion d'organismes ou d'agents de dissémination libérées par ces organismes, telles que les graines et les spores. Dans ce cadre, le processus qui est convolué représente l'intensité des sources émettrices dans l'espace, et le noyau est un noyau de dispersion caractérisant la capacité de dissémination des organismes ou agents considérés.

A BioSP, nous travaillons sur de nombreux modèles de dispersion fondés sur des champs aléatoires construits par convolution avec un noyau. Cette approche flexible et concise nous permet (i) d'intégrer des connaissances plus ou moins précises à la fois sur le processus source et sur le noyau de dispersion et, le cas échéant, (ii) d'inférer les paramètres et les variables latentes intervenant dans la définition du processus source et/ou du noyau de dispersion.

C'est par exemple ainsi qu'a été construit le modèle spatio-temporellement explicite permettant d'évaluer l'effet de toxiques d'origine agricole (e.g. du pollen émis par du maïs Bt) sur des espèces non-cibles (e.g. les lépidoptères non ravageurs des cultures) et qui a été implémenté dans le package *briskaR* du logiciel R (annexe 6.5 ; projet européen AMIGA). Les travaux portant sur l'estimation de la dispersion du pollen et des graines et du régime de reproduction à partir de marqueurs microsatellites repose aussi sur une modélisation de la dispersion par convolution. Les méthodes statistiques correspondantes ont été implémentées dans le logiciel MEMM (annexe 6.5) et ont donné lieu à plusieurs applications [102, 77, 68, 62, 61, 60, 43, 23, 10, 9, 6].

La convolution entre processus source et fonction de dispersion a également été largement développée dans le contexte des dynamiques épidémiques chez les plantes et les animaux [2, 29, 50, 96, 119, 125]. Cette approche permet, en plus d'estimer les caractéristiques de la dispersion, de reconstruire le processus des sources de maladie comme dans [136].

**Approches inférentielles pour données génético/génomico-spatio-temporelles** - BioSP a fondé une grande partie de sa visibilité sur l'analyse et la modélisation des données et processus spatiaux et spatio-temporels. Depuis une décennie, nous avons enrichi ces approches en prenant en compte, dans un nombre significatif d'études, des données et processus génétiques ou génomiques. Associer l'espace, le temps et la génétique/génomique permet d'obtenir des inférences plus précises sur les dynamiques de populations étudiées et éventuellement sur les dynamiques d'évolution de ces populations.

Les nombreux travaux portant sur l'estimation de la dispersion du pollen et des graines et du régime de reproduction à partir de marqueurs microsatellites mentionnés ci-dessus entrent bien entendu dans ce cadre.

Ce thème est également illustré par une série de travaux visant à reconstruire les arbres de transmissions au cours d'une épidémie causée par un pathogène à évolution rapide [29, 96, 144]. Ici, sont associés un modèle semi-Markovien représentant la dynamique épidémique dans le temps et l'espace et un modèle Markovien représentant la dynamique micro-évolutive (i.e. dans le génome) du pathogène. Une approche bayésienne numérique permet ensuite d'estimer qui a infecté qui, mais également les paramètres épidémiologiques et les paramètres d'évolution. Cette approche ouvre de nombreuses perspectives méthodologiques et en terme d'application. Plusieurs de ces perspectives seront approfondies dans le projet ANR SMITID récemment accepté.

Une approche exploratoire basée sur des données génétiques et spatio-temporelles a également été développée pour évaluer comment différentes souches d'un pathogène contribuent à une épidémie observée *in natura* [86]. Il s'agit ici d'évaluer si certaines souches, caractérisées à l'aide de marqueurs génétiques, sont associées à une croissance locale plus rapide de la maladie. L'approche statistique associée a été implémentée dans le package *StrainRanking* du logiciel R (annexe 6.5).

**Statistiques pour les données issues de Sciences Participatives** - L'« observation participative » génère des biais potentiels importants du fait du volontariat des participants (absence de planification dans le temps, dans l'espace et de l'effort de mesure ; absence ou faiblesse du protocole, auxquelles il faut ajouter la question de la validation des données). A travers l'activité du réseau CiSStats, BioSP a contribué à l'analyse de très grands jeux de données multi-sources (plusieurs centaines à plusieurs millions d'observations) (e.g. données ornithologiques CRBPO ou données « petits carnivores » de l'ONCFS dans [135]), a étudié des modèles qui exploitent la complémentarité entre les dispositifs institutionnels (observatoires, zones ateliers) et les données opportunistes issues des sciences participatives, et travaillé sur les conditions dans lesquelles des données purement opportunistes pourraient être valorisées (en particulier via la modélisation d'un effort d'échantillonnage spatialement hétérogène dans [135]). En perspectives de ces travaux modélisant l'observateur et le processus d'observation, se trouve aussi la nécessité de transférer au citoyen les moyens d'analyser lui-même les données ou les connaissances qu'il recueille.

### 2.1.6 Interactions Systèmes dynamiques x Epidémiologie & Ecologie

La plupart des processus biologiques et physiques étudiés à l'INRA sont impactés par de nombreuses interactions temporelles et spatiales. Quelle que soit leur échelle, à l'intérieur d'une cellule ou sur un front de colonisation, ces processus sont rarement à l'équilibre. Les systèmes dynamiques reposent généralement sur une approche parcimonieuse et mécaniste de la modélisation de ces processus. Ils permettent de répondre à des besoins de compréhension, décision, optimisation et scénarisation, en s'appuyant sur des méthodes mathématiques et numériques déjà bien développées en physique, mais dont l'application aux sciences du vivant et aux grands enjeux de l'INRA nécessite des adaptations ou de nouveaux développements théoriques. L'objectif des travaux présentés ici est double. Il s'agit d'une part de développer des approches génériques de modélisation motivées par des questions finalisées d'écologie des populations. D'autre part, il s'agit d'apporter des réponses qualitatives à des questions de biologie théorique, en se basant sur l'analyse mathématique et/ou numérique de modèles de dynamique des populations.

**Dynamiques de populations en milieu hétérogène/fragmenté** - Une invasion biologique se déroule en trois phases : introduction d'une population fondatrice - établissement - expansion. Nous avons étudié le rôle de la répartition spatiale de la population fondatrice sur le succès de la phase d'établissement [35]. Parallèlement à ce travail, nous avons étendu des critères classiques de persistance de populations en milieu hétérogène à des équations intégro-différentielles et analysé l'effet du processus de dispersion sur la persistance [138]. Enfin, pour des modèles d'EDP standards, nous avons obtenu des formules analytiques simples pour décrire les liens entre vitesse de propagation et hétérogénéités spatiales dans des milieux hétérogènes périodiques [12] ou plus généraux [36].

Un cas particulier d'hétérogénéité est celui où les processus de diffusion/dispersion ou de reproduction sont différents sur certains éléments unidimensionnels au sein d'un espace bidimensionnel. Les paysages anthropisés peuvent souvent être représentés par des parcelles séparées par des éléments linéaires (ex. routes ou haies) et l'étude des dynamiques spatio-temporelles pose à la fois des problèmes thématiques, conceptuels, analytiques et numériques. Nous avons investi ce sujet en mettant en œuvre (modélisation et implémentation) de modèles d'EDP couplés 2D/1D prenant finement en compte l'influence de ces éléments linéaires sur la dynamique de populations [146]. De nombreuses perspectives sont ouvertes par ces avancées, y compris dans le couplage avec des approches de statistiques spatiales sur ce type de domaines.

**Dispersion à longue distance et phénomènes d'accélération** - Les phénomènes de propagation à vitesse croissante ont toute leur importance dans l'étude et la modélisation de l'expansion de l'aire de répartition d'espèces. Ces phénomènes d'accélération ne sont généralement pas bien décrits par les modèles diffusifs ; ils peuvent être pris en compte par des modèles intégro-différentiels. Pour ces modèles, [14] présente les premiers travaux décrivant de façon rigoureuse les conditions précises sur le noyau de dispersion sous lesquelles ces phénomènes d'accélération apparaissent, démontrant les liens entre dispersion à longue distance et accélération. L'effet de la dispersion à longue distance sur la dynamique interne du front a également été étudiée dans [111] (cf § suivant).

**Dynamique de la structure génétique spatiale d'une population lors d'une colonisation** - La prise en compte des aspects génétiques dans les modèles de dynamique des populations correspond à un champ de recherche nouveau dans l'unité. Les travaux décrits s'attachent à décrire la dynamique de la diversité neutre au sein d'une population en expansion spatiale. Ces travaux sont basés sur la notion de dynamique interne de fronts de propagation (cf. Section 2.1.2). Le résultat sans doute le plus marquant, et qui a initié ce champ de recherche dans l'unité, concerne l'influence de l'effet Allee, qui est généralement considéré comme défavorable pour la dynamique des populations. Dans [24], nous montrons qu'il permet un maintien de la diversité génétique au cours d'une colonisation, effet favorable qui contrebalance le précédent. A la suite de ce résultat, d'autres facteurs ont été étudiés : existence d'une phase juvénile immature [78] ; présence d'événements de dispersion à longue distance [111] ; ou encore compétition interspécifique [122] ; dans ce dernier cas, nous avons montré que l'existence d'un compétiteur résident pouvait améliorer la diversité intraspécifique chez une population envahissante [122].

L'écho positif reçu par ces travaux est à l'origine de nouvelles collaborations à l'interface Maths-Bio : avec l'ISEM (Montpellier) sur des questions de biologie évolutive (cf Section 2.1.3) et avec l'ISA (INRA PACA Sophia), et au sein du réseau MEDIA. Ainsi, la thèse de M Haond, démarrée en octobre 2015 et co-encadrée entre BioSP et l'ISA, doit permettre de tester la robustesse des résultats théoriques présentés dans cette section, via des expériences *in silico* (modèles individu-centrés) et des expériences en laboratoire (microcosmes expérimentaux).

**Dynamiques évolutives** - Ce thème en croissance porte d'une part sur la dynamique de la fitness sous l'effet d'événements de mutation-sélection-dérive. En collaboration avec l'ISEM, nous avons développé un cadre unifiant et généralisant les théories existantes pour la modélisation de dynamiques adaptatives (organismes asexués, p.ex. virus ou bactéries). Pour cela, nous avons obtenu (cf section 2.1.4) puis analysé des EDP non locales non linéaires vérifiées par les fonctions génératrices des cumulants de processus stochastiques du type Wright-Fisher [164]. D'autre part, nous avons développé des travaux sur la propagation de fronts dans des modèles non locaux structurés en espace et

en trait en établissant notamment l'existence d'un front de colonisation le long d'un cline environnemental (droite représentant l'optimum environnemental) [84] via l'étude de modèles intégro-différentiels.

### 2.1.7 Eléments d'analyse des productions

L'ensemble des productions est détaillé en annexe 6 et accompagné d'une analyse bibliométrique succincte en section 6.2. On peut retenir les éléments suivants

- 163 articles ont été publiés dans des revues à comité de lecture en 5,5 ans, représentant une moyenne de 2.3/an/(DR-CR-IR)<sup>6</sup>, dont 86 (53%) publications en premier ou dernier auteur. 1164 citations WOS pour ces articles, représentant un H-index de 16
- près de 20% de ces articles sont cosignés avec un chercheur travaillant à l'étranger
- 63% des publications avec IF sont parues dans des revues « Exceptionnelles »<sup>7</sup> ou « Excellentes » dans leur domaine
- 31% de nos publications sont dans des revues de Mathématiques et de Statistiques, 18% dans des revues Interdisciplinaires ou Généralistes et 51% dans des revues de Biologie ou d'Environnement (pour les publications en premier et dernier auteur, ces pourcentages sont alors de 49%, 19% et 32%)
- nos publications se répartissent sur 104 revues différentes. Outre la revue généraliste PloS One quelques revues de Mathématiques (DCDS, Inverse Problems), de statistiques spatiales (Spatial Stat, J SFDS, Stats & Comput) et thématiques (Mol Ecol, Math Geosci, Ecol Mod, Meth Ecol Evol) ont publié plus de 3 articles sur la période.

Un effort particulier a été réalisé sur la période pour écrire et/ou contribuer à des articles de synthèse ou de revue [162, 141, 124, 106, 104, 92, 87, 82, 57, 56, 51, 50, 32, 9], ou même à l'édition d'ouvrages [e.g. Roques 2013, BIOBAYES 2015] ou de chapitres [annexe 6.2], qui ont effectivement des visibilité élevées (144, 91, 57 ou 41 citations<sup>8</sup> pour [32], [40], [56] ou [57] respectivement).

Un aspect notable est le nombre croissant de productions informatiques (logiciels, packages R, bibliothèques, bases de données), qui favorisent la diffusion des méthodes développées dans l'unité (Annexe 6.5). Le renforcement de l'ingénierie était une volonté forte dans le projet 2012-2015 et incluait en particulier cet aspect. Les recrutements et l'organisation de formations collectives ont permis d'atteindre effectivement cet objectif, source de satisfaction. Outre les productions logicielles, le renforcement de l'ingénierie sur la période a inclus également l'assemblage du cluster de calcul (Annexe 3), la montée en compétence de BioSP sur les codes optimaux et le calcul parallèle, et le soutien aux utilisateurs du centre qui ont accès à notre cluster.

### Rayonnement et attractivité académiques

**Collaborations et projets** - Les accueils pour des visites significatives concernent 5 chercheurs et professeurs étrangers, 3 doctorants étrangers et 13 postdoctorants. En retour, on peut citer les visites sur invitations de chercheurs BioSP en Ecosse (6 mois), Brésil, Chine, Chili, Italie. Parmi les collaborations internationales les plus importantes pour le projet d'unité, on liste:

- la participation au GDR International Franco-Japonais ReadLab sur le thème des modèles de réaction-diffusion et de leurs applications en biologie, médecine et chimie [122]
- le réseau franco-danois SSIAB (Spatial Statistics et Images appliquées à la biologie) avec l'organisation du 9<sup>ème</sup> workshop à Avignon en 2012 et l'accueil régulier de Thomas Mrvicka [150, 88, 28]
- la collaboration Franco-Australienne INRA-CSIRO au sujet de la durabilité des résistances [126]
- le groupe de travail international sur les géostatistiques sur réseau dans le cadre du NCEAS [57, 90]
- les échanges avec l'Ecosse et l'Angleterre sur la reconstruction des graphes de contamination [144, 96, 29]
- les différents projets Européens et binationaux financés (cf ci-dessous)

La participation et l'animation de projets financés contribuent à une forme de visibilité et d'attractivité qui mènent souvent vers de nouvelles questions sur des fronts de science. Fort de ce constat, malgré l'investissement requis et les faibles taux d'acceptation de l'ANR ces dernières années, l'unité a mené une politique volontariste de soumission de projets portés ou co-portés (~20 soumissions à l'ANR ou à l'Europe, et 6 projets acceptés comme porteur ou responsable de WP). Finalement, sur la période évaluée, l'unité a travaillé sur 20 projets avec des financements gérés à BioSP, dont 8 comme (co-)porteur et 3 comme responsable de WP (Annexe 7). Parmi les plus notables figurent 3 projets financés par des fonds Européens (PlantFoodSec, AMIGA, auxquels on peut ajouter la

<sup>6</sup> Avec une moyenne de 1,22 co-auteurs DR-CR-IR de l'unité/article, cela représente 2.8 co-signatures/an/(DR-CR-IR)

<sup>7</sup> On se base ici sur le référentiel NORIA proposé par l'INRA pour mesurer la notoriété des revues discipline par discipline

<sup>8</sup> Nombres de citations Web of Science au 1/9/2016

participation à l'ERC senior READI et à DESIRES, sans budgets gérés à BioSP), 3 projets binationaux (MACBI, EPIEVOL et EXPANDTREE), un projet à dominante méthodologique (EMILE). 4 projets (dont 3 internationaux) potentiellement structurants pour le futur sont actuellement soumis (INNOV'API, XF-ACTORS et LANDS) ou juste acceptés (SMITID).

**Organisation de réseaux et d'événements** - Les réseaux méthodologiques (Annexe 6.b.1) sont des lieux d'échanges importants qui constituent des masses critiques suffisantes pour fédérer des chercheurs et ingénieurs mathématiciens, statisticiens et modélisateurs travaillant sur les mêmes objets/méthodes. 5 réseaux et un CATI importants dans notre projet d'unité sont co-animés par des membres de l'unité et gérés financièrement dans notre budget : CiSStats (statistiques pour les sciences participatives), ModStatSAP (méthodologie en santé animale et des plantes), MEDIA (équations différentielles et applications), RESSTE (statistiques spatio-temporelles), PAYOTE (paysages) et CaSciSDI (ingénierie en informatique, statistique et calcul scientifique). Par ailleurs, les membres de l'unité participent comme responsables de thème ou simples membres à 4 autres réseaux MIA (Trajectoires ; Optimisation, MEM ; MEXICO), à 7 GDR (EcoStat, PARCS, InvaBio, GeoSto, METICE, MascotNum, MAMOVI) et à divers autres réseaux (Crises sanitaires, plateforme Epidémiosurveillance, DEVLOG...).

Localisé dans une région favorable à l'organisation d'événements scientifiques, BioSP a co-organisé 4 conférences nationales ou internationales importantes sur la période évaluée (Annexe 6.b.4). La plus notable est *Spatial Statistics* en 2015, 3<sup>ème</sup> édition de cette conférence qui rassemble près de 300 statisticiens tous les 2 ans (en lien avec Elsevier, éditeur de la revue *Spatial Statistics*). La réussite de cette conférence co-organisée avec les statisticiens de l'UAPV a conduit à accepter avec eux l'organisation des Journées de Statistiques de la SFDS à Avignon en 2017 (conférence annuelle rassemblant 500 statisticiens francophones). Viennent s'ajouter à ces événements la co-organisation de workshops dans le cadre des réseaux et du CATI (Annexe 6.b.4) et les participations aux comités scientifiques dans des colloques organisés par d'autres (Annexe 6.b.5)

**Expertises scientifiques** (Annexe 6.c) - Comme dans tous les laboratoires, les membres de BioSP ont été amenés à évaluer quelques centaines de manuscrits pour le processus de review des journaux scientifiques, avec en plus une implication dans les comités éditoriaux de *Statistics and Computing*, *Spatial Statistics* et *Mathematical Geosciences*. Les chercheurs ont accepté d'être membres de 8 jurys d'HDR (5 comme rapporteur), de 35 jurys de thèse (17 comme rapporteur) (Annexe 6.3). Au total, on dénombre 10 participations à des jurys de concours de chercheurs, ingénieurs ou MCF, 2 évaluations AERES/HCERES, la participation à 2 CSS et 1 CEI et l'évaluation de projets pour des financements divers, et notamment la participation au panel « Environment & Climate » de l'ERANET RUS+.

### Interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'année des Mathématiques de la Planète Terre (MPT 2013) a été l'occasion de décrire plusieurs travaux de membres de l'unité à travers 6 brèves de vulgarisation destinées à un large public. Publiées d'abord sur un blog internet, celles-ci ont été compilées parmi 365 autres brèves dans l'ouvrage *Brèves de Maths*. Elles s'ajoutent à 3 brèves postées sur le site National de l'INRA. Les autres **contributions de l'unité au dialogue Science-Société** reposent sur les apports du réseau CiSStats, sur les méthodologies d'analyse de données de Sciences Participatives, et l'implication de ses membres dans de nombreux réseaux associatifs concernés par ce sujet (voir Annexe 6.d)

**Les interactions avec l'environnement socio-économique** se concentrent sur 4 sujets (Annexe 6.e) :

- l'état sanitaire de ruchers et l'épidémiologie des abeilles. Sur ce thème qui a conduit à plusieurs projets de recherche, les interactions sont fortes avec les Instituts Professionnels et les apiculteurs comme l'ADAPI, l'ADARA ou l'ADAAQ (réseaux d'observatoires, restitution de résultats, base de données sur internet)
- l'écologie marine et les Aires Marines Protégées. Les travaux de cartographie des aires de présences d'espèces marines patrimoniales ou de leur ressources conduit à participer à des expertises sur ces sujets (e.g. syndicat mixte GIPREB, Gestion Intégrée, Prospective et Restauration de l'Etang de Berre partenaire de la thèse de S Bayle)
- les caractérisations environnementales. Les compétences en statistiques spatiales et spatio-temporelles ont été mises en œuvre dans plusieurs études pour guider l'échantillonnage ou l'analyse de données pour des caractérisations de sols, de climats, ou de présence de pesticides dans l'environnement
- l'épidémiologie et les crises sanitaires. De longue date, nos interlocuteurs pathologistes de l'INRA interagissent avec le monde socio-économique sur les aspects d'épidémiologie. Depuis peu, sur certains sujets en épidémiosurveillance ou suivi en temps réel de propagation d'épidémie (e.g. *xylella fastidiosa*) nous interagissons directement avec la DGAL, l'ANSES ou la plateforme d'épidémiosurveillance. Cette tendance sera probablement amenée à s'amplifier dans les années à venir.

### 3. Implication de l'unité ou de l'équipe dans la formation par la recherche

La période évaluée marque un léger recul de notre implication dans la formation par la recherche, avec différentes explications subies ou d'origine interne, mais pour 2015 et 2016 la tendance s'est inversée.

#### Encadrement et accueil d'étudiants

Depuis 2011, 4 HDR ont été soutenues dans l'unité (Annexe 6.1), portant à 10 le nombre de DR-HDR au sein de BioSP. Aujourd'hui l'unité apparaît comme équipe d'accueil de 2 écoles doctorales : (i) I2S, Information, Structures, Systèmes à Montpellier et (ii) A2S, Agrosciences et Sciences à Avignon. A travers le rattachement de chercheurs individuels, nous sommes également rattachés à (iii) MIM, Mathématiques et Informatique de Marseille et plus marginalement à (iv) GAIA à Montpellier (anciennement SIBAGHE) et (v) Sciences de l'Environnement à Marseille. Des étudiants inscrits dans ces différentes ED ont été encadrés sur la période (Annexe 6.6). Cette participation à 5 écoles doctorales est le résultat de forces historiques (fort attachement aux statistiques et à l'écologie de Montpellier), géographiques (nécessité d'inscrire des étudiants financés INRA-région PACA dans une ED de PACA) et disciplinaires (diversité des étudiants encadrés : statisticiens, mathématiciens, écologistes-épidémiologistes). La politique stricte depuis 3 ans de l'Université de Montpellier qui n'attribue les bourses MRT qu'aux UMR de Montpellier, et la suppression du cours de Statistiques spatiales du programme du M2 « Biostatistique » conduit à un éloignement progressif de I2S (et de GAIA) en faveur d'un renforcement des liens avec Avignon et Marseille.

Entre 2011 et 2016, 7 thèses ont été soutenues et 6 sont en cours<sup>9</sup>. La difficulté à obtenir des financements de thèse et à attirer de bons étudiants augmente. En 2013, aucun doctorant n'a été recruté à l'unité. Heureusement, en 2015 6 thèses ont débuté, mais toutes en co-encadrement avec du temps partagé entre les laboratoires partenaires (parfois distants) et l'unité BioSP. La qualité du doctorat de Jimmy Garnier a été saluée par le Prix de Thèse 2012 de d'Aix-Marseille Université.

#### Enseignements (Annexe 6.f)

En matière de formations de premier cycle, les chercheurs, les doctorants et les post-doctorants sont essentiellement investis dans les enseignements de l'IUT STID d'Avignon et au CNAM d'Avignon (~140h/an en moyenne). Ces enseignements sont rendus possibles par les bonnes relations entretenues avec les enseignants en statistiques de l'UAPV et ils permettent en particulier à nos doctorants de se faire une expérience en enseignement et ainsi d'augmenter leurs chances de recrutement sur des postes de Maîtres de Conférence.

Les chercheurs de l'unité sont intervenus de façon régulière dans différents M1/M2 ou cursus d'ingénieurs, éventuellement internationaux. Un module de « Statistiques Spatiales appliquées à l'Ecologie » de 36h est donné tous les ans à Marseille. Le module de « Géostatistiques » de 20h dans le master « Biostatistiques » de Montpellier s'est terminé en 2013 et le module « EDP et Modélisation en Sciences du Vivant » de 24h à Centrale Marseille s'est terminé en 2014.

L'investissement dans les enseignements post-master s'est développé ces dernières années avec des interventions, parfois conséquentes, dans plusieurs écoles-chercheurs (INRA, GDR MascotNum), dans des formations doctorales (ED A2S), dans la FR Eccorev, ou dans le cadre de la Formation Permanente des personnels de l'INRA. Ces enseignements entrent dans l'ancienne mission III du département MIA (accompagnement du développement des Maths-Infos au sein de l'INRA) et sont complémentaires à la formation en M1/M2, mais ils ne permettent pas de rencontrer des étudiants susceptibles de venir en thèse ou en stage au sein de BioSP.

### 4. Stratégie et perspectives scientifiques pour le futur contrat

Les grandes lignes du projet d'unité se placent dans la continuité du projet précédent : (i) concentrer notre activité sur des questions « spatiales » et « spatio-temporelles », (ii) favoriser la pluri-disciplinarité avec les apports des maths-info aux questions d'écologie, d'épidémiologie et d'environnement mais également le souci d'identifier de nouvelles questions théoriques à partir de sujets appliqués, (iii) développer des recherches méthodologiques exigeantes en mathématiques et statistiques, notamment par des partenariats avec des équipes académiques et (iv) valoriser au maximum la complémentarité entre la recherche et l'ingénierie. Ces grandes lignes se justifient par la diversité des sujets d'intérêts et des compétences au sein de BioSP et la motivation partagée par tous pour les

---

<sup>9</sup> On pourrait ajouter 3 thèses soutenues, et 1 thèse en cours, d'étudiants co-encadrés par des membres de l'unité mais sans lien avec le projet de l'unité

approches pluridisciplinaires. Ce positionnement spécifique se veut en contraste avec les laboratoires académiques de Maths ou d'Info et mérite d'être renforcé en entretenant efficacement nos collaborations disciplinaires.

Le projet d'unité propose un cadre général et des lignes directrices scientifiques partagées. Mais il est essentiel de favoriser la créativité individuelle, en laissant des possibilités de forte mobilité scientifique pour investir de nouvelles questions, en particulier des questions disciplinaires en statistiques-mathématiques-informatique. En effet, les centres d'intérêt de nos partenaires thématiques et modélisateurs de l'INRA, impliqués sur des thèmes proches des questions de société, évoluent vite et peuvent faire émerger rapidement de nouvelles questions méthodologiques ou théoriques sur lesquelles des résultats innovants peuvent être obtenus. Le dynamisme des chercheurs actuels et les arrivées récentes de chercheurs et ingénieurs qui sont en phase de consolidation de leur projet rend particulièrement pertinent le fait de laisser des degrés de liberté pour les trajectoires individuelles. Avec cet objectif, nous reconduirons l'organisation actuelle en une seule équipe, avec 4 priorités thématiques pluridisciplinaires qui structureront l'animation scientifique en interne.

Garder un positionnement clair et lisible en statistiques, mathématiques, informatique, comme unité mono-département de MIA est important en ces temps où les besoins en (i) analyse de données, (ii) modélisation des systèmes, et (iii) prédiction et optimisation s'amplifient en sciences de la vie et à l'INRA en particulier (cf schéma stratégique de MIA). Devant l'ampleur des besoins, notre insertion dans des réseaux et des collaborations disciplinaires pérennes est cruciale, tant pour attirer des étudiants et post-docs que pour mobiliser des collègues sur nos thèmes d'application. Nos relations avec le monde universitaire, avec les autres unités de MIA, et l'attractivité de BioSP pour les étudiants de 3<sup>ème</sup> cycle seront des points d'attention, avec l'objectif de renforcer nos liens avec Marseille (ED MIM, équipes « Analyse appliquée » et « Statistiques » du labo I2M et peut-être labex ARCHIMEDE) et Avignon (statistiques à l'UAPV, ED A2S). La collaboration avec l'Ecole des Mines de Paris / MinesParisTech sera également importante à développer, tant pour les étudiants qui sont formés dans l'option « Géostatistique et Probabilité Appliquée » que pour les collaborations de recherche avec l'équipe de Géostatistique.

Soucieux de conserver notre ancrage fort dans le dispositif INRA (centre PACA, départements scientifiques, métaprogrammes), la concentration de nos thèmes d'application sur un petit nombre de sujets reste particulièrement d'actualité dans une période où l'INRA insiste de plus en plus sur l'impact de ses recherches. Notre production de méthodologies et de connaissances en « écologie, épidémiologie et environnement » s'accompagnera encore plus que dans les années passées de développements plus opérationnels, qui seront notamment portés au sein des priorités thématiques. Une autre de nos contributions au dispositif INRA sur les thèmes « écologie, épidémiologie et environnement » qui sera renforcée, concerne la diffusion des compétences Maths-Infos et la contribution à la formation continue, en phase avec les engagements du département MIA. Nous interviendrons dans un maximum d'écoles-chercheurs sur nos thèmes et nous chercherons également à promouvoir l'accueil temporaire au sein de BioSP de scientifiques qui viendraient se former, sur 2 à 8 semaines et de manière approfondie, à nos approches originales. Cela pourra inclure, selon les besoins, les compétences théoriques et méthodologiques, l'expertise en modélisation ou les composantes « calcul scientifique » et « informatique ».

Nos collègues de l'INRA sont de plus en plus fortement encouragés à s'engager vers des niveaux importants de transfert et de valorisation. Dans une unité méthodologique, il ne nous paraît pas pertinent de s'obliger à atteindre des objectifs en matière de transfert, mais nous serons attentifs à saisir les occasions de s'engager dans cette voie quand elles se présenteront. En particulier, certaines priorités thématiques (e.g. épidémiologie prédictive, invasions biologiques, lutte biologique, sciences participatives...) seront l'occasion d'étendre nos productions à des aspects plus opérationnels qu'aujourd'hui. Cela se construira par des partenariats avec des interlocuteurs plus en aval que nos collègues INRA (e.g. ANSES, FREDON, DGAL, Santé Publique France, instituts techniques...). Certains sont déjà initiés, d'autres seront à développer.

Ce contrat 2018-2022 commencera avec les mêmes structures de direction qu'actuellement (trinôme Klein-Roques-Jouslin, AG pour les conseils d'unité, responsabilités partagées) mais verra un changement de direction puisque le mandat d'E Klein comme directeur prend fin en décembre 2018. Beaucoup d'options restent ouvertes pour la suite, mais les points de stratégie et de perspectives listés dans cette section sont partagés et resteront d'actualité pour la future direction.

L'année 2017 sera une année de restructuration des CATIs au sein de l'INRA. Jusque-là, tous les ingénieurs de BioSP étaient affiliés au CATI CaSciSDI, codirigé par H Richard (BioSP) et F Garcia (Chef de département MIA). Ce CATI compétences-centré ne devrait pas être reconduit avec son périmètre actuel. L'unité défendra la participation à un CATI aux centres d'intérêts proches des recherches de BioSP, chargé de productions qui mobilisent les compétences centrales des métiers de nos ingénieurs.

## Orientations scientifiques

Concernant les cinq années du futur contrat, l'unité a listé des questions disciplinaires en Statistiques, en Systèmes Dynamiques et en Ecologie-Epidémiologie spatiales sur lesquelles nous développerons de la recherche et de l'ingénierie. Nous avons également identifié quatre priorités thématiques (PT) qui correspondent à des enjeux de nos partenaires au sein de l'INRA et nécessitent des approches pluridisciplinaires. L'animation scientifique au sein de l'unité sera principalement organisée autour des priorités thématiques, avec l'objectif d'organiser des réunions de travail très régulières sur ces 4 PT, et avec un scientifique responsable de l'animation pour chacun.

### Axes disciplinaires

Statistiques spatiales et spatio-temporelles : Sur ce thème, la tendance principale consistera à renforcer l'investissement sur les statistiques spatio-temporelles (thème du réseau RESSTE). Cela inclura en particulier les champs spatio-temporels non-séparables et non isotropes, les champs ST multivariés, les modèles ST hiérarchiques, les processus ponctuels (ou d'objets) spatio-temporels et les modèles pour les extrêmes spatialisés et ST. Nous continuerons de travailler sur la construction de modèles statistiques, à la fois suffisamment riches et flexibles pour pouvoir modéliser une large classe de comportements dans les phénomènes ST, tout en permettant une estimation efficace des paramètres. Dans la continuité du travail existant, ce travail sera mené avec notre réseau de collaborations, éventuellement élargi aux nouvelles opportunités qui pourraient surgir. Les données ST sont très souvent de très grandes tailles, rejoignant ainsi certaines des préoccupations « big data ». L'engagement dans ce thème portera donc également sur les méthodes de statistiques numériques pour les données spatiales et spatio-temporelles (SPDE, INLA, vraisemblances composites, Hamiltonian Monte Carlo, Approximate Bayesian Computation...).

Nous souhaitons nous engager dans un deuxième thème, qui investira les modèles statistiques pour la modélisation à l'échelle du paysage : géométrie stochastique pour des modèles hiérarchiques (dispersion groupée, structures 1D-2D...) et sur des supports originaux (fragmentés, arborescents, réseaux...). Un effort particulier portera sur les modèles pour les éléments géométriques du paysage : tessellations, mosaïques, objets linéaires (haies) et les réseaux (fossés, irrigation, routes,...). Une des finalités que nous souhaitons développer, en partenariat avec des équipes Suisse de Lausanne et Neuchâtel est le développement d'une approche hybride pour la simulation de paysages réalistes. On y combinera des éléments de modélisation statistique pour prendre en compte les caractéristiques à grande échelle du paysage, tandis que des méthodes de rééchantillonnage, spécifiquement adaptées aux données spatialisées, offrira le réalisme attendu pour simuler des processus agro-écologiques sur ces paysages synthétiques.

*Collaborations principales : U. Avignon, MIA Paris, MAIAGE, Equipe géostatistique (MinesParisTech), IMAG (U Montpellier), U. Ca'Foscari (Venezia), U. Neuchatel (Suisse), U. Lausanne (Suisse), U. Federico Santa-Maria, (Valparaiso, Chile), KAUST (Arabie-Saoudite, R. Huser), réseau RESSTE, SSIAB network (T. Mrkvicka, A. Penttinen, M. Myllymaki, J. Moller)*

Systèmes dynamiques - Les questions de dynamique évolutive seront à l'origine de plusieurs problèmes de modélisation et d'analyse des EDP : prise en compte d'optimums mobiles, d'optimums multiples et gestion de la reproduction sexuée. Le développement d'approches spatialisées en dynamique évolutive constituera un point essentiel. Plus généralement, nous travaillerons à la prise en compte de variables autres que l'espace dans les modèles spatio-temporels : ajout d'une ou plusieurs dimensions aux modèles d'EDP et intégro-différentiels, pour la description de dynamiques de distributions à des échelles plus fines (trait phénotypique, fitness, ou encore vitesse).

La démarche autour de l'utilisation des EDP comme outils d'analyse de processus stochastiques, initiée sur les modèles de Wright-Fisher, sera étendue à d'autres processus stochastiques, via l'étude de fonctions génératrices. Il s'agira notamment de gérer les faibles effectifs (via des techniques de cut-off et l'étude de problèmes à frontière libre) et d'être à même de calculer des espérances de distributions ainsi que des variances entre trajectoires de modèles stochastiques par des méthodes d'EDP.

Concernant les aspects de simulation des EDP, nous envisageons d'améliorer les performances des solveurs d'EDP multi-échelles (2D/1D/0D), dans un objectif d'estimation de paramètres ; nous prévoyons également de développer des solveurs d'EDP de transport non locales.

*Collaborations principales : I2M (Aix-Marseille Université), Laboratoire Jacques-Louis Lions (Univ. Paris 6), CAMS (EHESS), LAMA (Univ. Savoie Mont Blanc), IMAG (Université de Montpellier), Ceremade (U. Dauphine), Department of Atmospheric & Oceanic Sciences (Univ. of California, Los Angeles), Center for PDE (East China Normal Univ., Shanghai), réseau MEDIA, Readilab (GDRI France-Japon),*

Ecologie-épidémiologie spatiale : L'intégration de mécanismes réalistes dans la représentation de la dispersion (plantes, maladies, insectes, espèces invasives) et la propagation dans l'espace sera encore une activité importante sur ce thème. Cela inclut notamment les effets de l'occupation du sol sur le mouvement (trajectoires d'animaux sur une mosaïque hétérogène, mouvements différenciés dans les linéaires (routes, haies...), mouvements des vecteurs ou disperseurs de graines entre des éléments paysagers isolés...), mais aussi les dynamiques spatio-temporelles sur

plusieurs générations en considérant des effets de l'environnement sur les cycles de vie, la reproduction, la survie (effets des pesticides, des contaminants, des itinéraires techniques dans un paysage agricole en particulier) et spécifiquement le rôle des milieux sauvages interstitiels comme réservoirs de pathogènes des cultures pour l'hiver. La capacité à décrire les mouvements des propagules transportées par l'air à partir de la connaissance des flux de masses d'air sera également étudiée (pathogène aériens, graines, pollens), ainsi que le thème de la dispersion groupée qui peut découler de ces mouvements d'air ou d'autres processus. Le rapprochement avec le GDR Ecologie Statistique et les collaborations passées nous amèneront probablement à amplifier nos études à des oiseaux et mammifères. Pour les développements de démo-génétiques sur paysages (cf PT3 ci-dessous) des travaux sur la compréhension des interactions génétiques entre plantes et pathogènes (y compris, entre réseaux de gènes chez les plantes et les pathogènes) seront l'objet de collaborations avec PV et GAFL d'Avignon, dans la continuité de collaborations passées. Le modèle biologique des maladies fongiques des grandes cultures, à également vocation à se développer au sein d'un groupe de travail de SPE et dans le cadre de la collaboration INRA-CSIRO. Le chercheur portant le thème de l'état sanitaire des ruchers partira en retraite durant ce contrat, il sera donc important d'accompagner le transfert de ce sujet vers l'unité Abeilles et Environnement en construisant des collaborations sur les aspects méthodologiques.

*Collaborations principales : URFM (INRA Avignon), PSH (INRA Avignon), PV (INRA Avignon), BIOGER (INRA Grignon), BIOGECO (INRA Bordeaux), SAVE (INRA Bordeaux), BGPI (INRA Montpellier), Maïage (INRA Jouy), CEFE (CNRS Montpellier), Metapopulation Research Group (U. Helsinki), CSIRO Agriculture (Canberra), CIBIO (Porto)*

#### Priorités thématiques -

Méthodes statistiques pour les variables du climat - Malgré des sollicitations nombreuses de collègues agronomes, écologistes, économistes, l'INRA n'a pas de groupe constitué sur les « méthodes statistiques pour le climat », contrairement aux principales institutions de recherches Nationales ou Internationales. Cette PT cherche à combler ce manque en développant de méthodes pour répondre aux problèmes statistiques soulevés par l'utilisation des variables du climat (température, précipitation, humidité, etc..) dans les modèles de processus agronomiques, écophysologiques, etc. Il s'agit de répondre à des questions de nos interlocuteurs de l'INRA liées à la mise en œuvre des projections climatiques : correction de biais, down-scaling ou up-scaling, quantification des incertitudes, modèles à espaces d'états de temps, génération de séries temporelles stochastiques de variables météorologiques (Stochastic Weather Generators). Ces méthodes doivent porter sur le climat actuel mais aussi pouvoir mobiliser les prévisions des climats futurs obtenus par les GCM (Global Circulation Models). Pour travailler de l'échelle de la parcelle à celle de la région, les aspects spatiaux et spatio-temporels seront nécessairement cruciaux (descentes d'échelle, champs spatiaux de pluviométrie...). Dans le cadre du réchauffement climatique, un travail sur les « événements extrêmes » (plus largement que « valeurs extrêmes ») sera aussi nécessaire pour caractériser des longues successions de valeurs pas si extrêmes, importantes pour le fonctionnement des cultures et des forêts (cf. sécheresse d'août-septembre 2016...).

Cette PT mobilise principalement des aspects de statistiques spatiales et spatio-temporelles, avec des aspects de mise en œuvre de méthodes statistiques numériques (modèles à espaces d'états, cf. arrivée d'une IR en septembre 2016). Mais les aspects de couplage avec des modèles d'écologie, d'agro-écologie ou d'épidémiologie seront également présents, au sein de l'unité ou en collaboration. L'ingénierie sera également mobilisée pour fournir des outils opérationnels aux utilisateurs de ces méthodes (générateur de climat, couplage de modèles dans RECORD...) et pourrait aller assez loin en fonction du type de participation que BioSP fournira au portail des services climatiques porté par l'INRA et le MP ACCAF en particulier (cf Projet AGROECO4 du rapport #AgricultureInnovation2025)

*Collaborations principales : AgroClim & EMMAH (INRA Avignon), PV (INRA Avignon), U. Avignon, LSCE (IPSL, CNRS), U. Rennes, U. Brest, Technical University of Crete, Chania (Grèce), métaprogramme ACCAF, réseau RESSTE*

Statistiques pour l'épidémiologie prédictive - Du point de vue scientifique, cette priorité thématique a pour objectif de développer les approches prédictives (e.g. prédire la dynamique future d'une épidémie, prédire l'efficacité d'une méthode de surveillance, prédire les conditions des contournements de résistances) en mobilisant des données hétérogènes, la modélisation, la statistique, l'analyse de modèles et le déploiement informatique. Les recherches principales porteront sur les dispositifs de surveillance, notamment pour l'optimisation spatiale de dispositifs d'échantillonnage basée sur le risque, sur les méthodes statistiques de prédiction, notamment en exploitant plusieurs modèles de manière complémentaire et sur la définition de stratégies de lutte intégrée. Ces thèmes sont régulièrement abordés au cours des rencontres du réseau ModStatSAP.

Cette PT vise à développer des recherches méthodologiques et génériques, mais a pour ambition de transférer des outils opérationnels directement utiles aux structures en aval de l'INRA en charge de la santé des plantes, des suivis épidémiques, de l'expertise ou en charge de la gestion des crises sanitaires (e.g. des services de l'Etat, agences sanitaires, ANSES, future plateforme nationale d'épidémiosurveillance, RFSV, FREDON...). Toutes les disciplines de

BioSP interagissent largement dans ce thème, et les aspects d'ingénierie seront très présents. (cf Projet AGROECO5 du rapport #AgricultureInnovation2025 et schéma stratégique de SPE)

*Collaborations principales : MIAT (INRA Toulouse), MAIAGE, BGPI (INRA/CIRAD Montpellier), CBGP (INRA Montpellier), BIOGER (INRA Grignon), Boyd Orr Centre (U. Glasgow), Laboratoire de Santé Animale (Anses), UCAS (Anses), DGAL, Arvalis Institut du végétal*

Dynamiques évolutives, dynamique de la diversité - Un des objectifs de cet axe sera de mobiliser des outils de dynamique adaptative issus de la biologie théorique, de la modélisation individu-centrée et des systèmes dynamiques pour l'étude (i) de la durabilité de résistances à différents pathogènes, avec notamment l'analyse des effets de l'agencement spatial des espèces hôtes sur la durabilité de leurs résistances en fonction des modalités de mutation/dispersion des pathogènes ; (ii) de l'adaptation d'espèces à des conditions environnementales changeantes (p. ex. variations climatiques) dans des environnement hétérogènes.

Il s'agira également d'étudier la dynamique de la diversité spécifique (réseaux trophiques, assemblages de communautés) au sein et entre différents compartiments écologiques dans des structures paysagères réalistes (p. ex. comportant des linéaires, avec des approches 2D/1D), dans un objectif d'évaluation des performances agronomiques/économiques d'un paysage.

Le développement de méthodes pour l'utilisation de données génétiques interviendra de façon essentielle, afin de renseigner des modèles de processus adaptatifs/écologiques/agro-écologiques tels que ceux évoqués ci-dessus.

Cette PT est particulièrement connectée aux actions de l'INRA sur l'agro-écologie, et en particulier aux aspects « organisation des paysages agricoles » et « exploitation des interactions biotiques et de leurs régulations » (cf. Rapport du chantier Agro-écologie, 2012)

*Collaborations principales : URZF (INRA Val de Loire), URFM (INRA Avignon), ISA équipes BPI & M2P2 (INRA Sophia), PV (INRA Avignon), PSH (INRA Avignon), Eco-innov & SAD-APT & BIOGER (INRA Grignon), ECOBIOP (INRA St-Pée), ISEM (Univ. Montpellier), CEFE (Equipe EEE), CEBC (CNRS Chizé) Laboratoire de Photonique et de Nanostructures (CNRS, Paris), CSIRO Agriculture (Canberra), réseau ModStatSAP*

Analyse de processus complexes d'observation - Ce thème rassemble les aspects d'expertise en modélisation stochastique, en analyse statistique et en mise en œuvre de méthodes numériques d'inférence pour exploiter le potentiel offert par les données hétérogènes en accès libre (SIG, applis webphones...) [thème « Science 2.1 » dans les orientations de l'INRA]. Le choix dans l'unité est de valoriser les complémentarités de ces données par le biais de la modélisation intégrative des processus à l'œuvre et/ou des processus d'observation ou d'acquisition des données.

Il inclut en premier lieu les développements pour l'analyse des données issues des sciences participatives (un des thèmes du réseau MIA CiSStats), qui ont vocation à s'étendre à d'autres applications que « biodiversité » et « distribution d'espèces sauvages » comme c'est beaucoup le cas actuellement. Les données participatives en épidémiologie, biologie invasive, santé des plantes seront notamment d'un intérêt particulier pour notre projet scientifique.

Les approches mécanico-statistiques et les modèles hiérarchiques Bayésiens pour l'analyse conjointe de données multiples et hétérogènes forment la deuxième contribution à cette PT, avec l'utilisation des modèles EDP, intégro-différentiels ou métapopulationnels pour les mécanismes de propagation spatio-temporelle mais pas uniquement. L'analyse conjointe de plus de données (e.g. couches SIG, données climatiques, données génétiques et génomiques) sera un enjeu par rapport aux développements actuels.

*Collaborations principales : CEBC (CNRS Chizé), AMAP (INRA-CIRAD Montpellier), projet PlantNet (INRIA, Montpellier), CESCO (MNHN, Paris), IRSTEA Nogent (F. Gosselin), CNAM Paris (A Bar-Hen), GdR EcoStat, réseau CiSStats, GDR PARCS, réseau ModStatSAP.*

L'ensemble des projets listés ci-dessus font apparaître en particulier des questions méthodologiques en « épidémiologie pour les crises sanitaires », « propagations de maladie et invasions biologiques », « biocontrôle en agro-écologie », « durabilité des résistances », « vulnérabilité des agro-écosystèmes aux changements climatiques », « événements climatiques extrêmes », « rétroactions climat-pathogènes aériens ». Ces sujets ont en commun d'évaluer des risques spatiaux et/ou des modes de gestion ou d'atténuation ; les années à venir pourront être l'occasion de renforcer notre lisibilité sur ce thème, en particulier en développant une culture sur l'évaluation et la gestion du risque. Ce point d'entrée est pertinent dans notre environnement régional (pôles PSP et ACG de l'INRA PACA, FR ECCOREV, pôle Risques, Domaines d'Action Stratégique « Santé-environnement » et « Risques-Sécurité-Sureté » du Conseil Régional) et pour les enjeux finalisés de l'INRA (ACCAF, SMACH). La complémentarité entre les aspects « climat » et « épidémiologie/écologie » pourrait être spécialement valorisée sur ces thèmes.

### Analyse prévisionnelle des compétences

Dans le prolongement de ces orientations scientifiques pour les 5 ans à venir, il est également important de réfléchir à plus long terme en matière de compétences à acquérir ou développer. D'ici à 2020, 3 départs en retraite sont certains, l'accueil d'E Gabriel en délégation prendra fin et 5 autres départs en retraite sont possibles ou probables. Ces départs concernent essentiellement le champ des statistiques (qui pourrait perdre près de 40% de ses forces actuelles) et l'ingénierie (qui perdrait aussi -40% d'ETP). L'arrivée d'une IR de statistiques en septembre 2016 est une réponse partielle à ces départs de compétences, et plus largement, on peut noter que les recrutements fructueux dans les années passées en ingénierie avaient déjà anticipé ce constat. L'axe épidémiologie-écologie a également connu une bonne réussite en matière de recrutement, avec notamment l'arrivée d'un CR. Il faut néanmoins constater que les jeunes chercheurs les plus actifs aujourd'hui en production de connaissances fondamentales sont amenés à consacrer de plus en plus de leur temps à la contribution à la vie et au fonctionnement de collectifs, ce qui doit être anticipé, avec le souci de conserver des pyramides des âges équilibrées dans chaque discipline.

Sur la base de ces constats, la priorité pour les années à venir sera de consolider les compétences théoriques en statistiques et EDP-systèmes dynamiques, notamment pour faire face aux départs prévus.

Pour les statistiques spatiales et spatio-temporelles d'abord : ce champ disciplinaire historique doit rester un axe majeur de l'unité, en particulier parce que les verrous méthodologiques de nos partenaires INRA concernent très souvent l'analyse de leurs données. Les développements des capteurs automatiques, des dispositifs d'acquisition de données massives et l'accumulation de données hétérogènes vont encore accentuer ces besoins. Nos recherches doivent accompagner les transformations récentes dans ce domaine. On peut en particulier identifier deux besoins de compétences concernant :

- des aspects théoriques sur des **modèles de champs aléatoires construits sur des hypothèses physiques ou mécanistes** (basés sur des noyaux de convolution ou des EDPs) pour représenter des processus anisotropes, non stationnaires ou spatio-temporels non séparables
- des aspects numériques et algorithmiques pour développer des **statistiques spatiales et spatio-temporelles sur des données de grandes tailles** (données massives, observations en temps réel, observations dans des espaces de grandes dimensions, covariables multiples...). Ce thème pourrait rapprocher BioSP des data-sciences, sujet à l'interface des statistiques et de l'ingénierie de la connaissance, dont le développement fulgurant ces dernières années est justifié par l'accumulation de données de grandes tailles.

Cette priorité passera également par un renforcement de nos liens scientifiques avec les statisticiens de l'UAPV (organisation commune de groupes de travail ou de lecture, autres accueil d'EC en délégation, co-directions de thèses, accueils informels dans l'unité...). Cependant, la formation d'une structure administrative unique (de type UMR) n'est pas souhaitée.

Pour les probabilités et les EDP ensuite : à court terme, il reste primordial d'acquérir des compétences en **probabilité**, qui viendront compléter le dispositif à l'interface entre systèmes dynamiques et statistiques spatio-temporelles. La pertinence d'un profil « Probabilités et calcul stochastique pour les processus/mesures aléatoires spatio-temporels en biologie » avait été soulignée lors de la dernière évaluation et l'on continue à défendre ce profil. A plus long terme, le renforcement de l'axe EDP par un jeune chercheur sera nécessaire. La théorie cinétique permet de décrire une distribution de propagules à l'aide d'une position et d'une vitesse. Ce domaine des EDP a récemment connu un essor important et ces techniques trouvent maintenant de nombreuses applications en biologie. Il s'agit notamment de proposer des **modèles de propagation à une échelle mésoscopique**, échelle intermédiaire entre celle des modèles individu-centrés et celle des modèles de réaction-diffusion. Ce thème viendrait compléter notre gradient de compétences entre EDP et probabilités ; le recrutement serait facilité par l'existence d'un vivier d'excellents étudiants travaillant sur ces questions.

D'autre part, pour conserver les équilibres qui fonctionnent bien actuellement entre les champs disciplinaires et conserver une pyramide des âges équilibrée, nous identifions dans les champs de l'écologie-épidémiologie et de l'ingénierie les besoins de compétence suivants :

- conduire des **recherches méthodologiques, statistiques et prédictives pour l'épidémiosurveillance**. L'idée est de pouvoir proposer des plans de surveillance basés sur des cartes de risque issues de modèles de dynamiques spatio-temporelles en « temps réel » lors des crises sanitaires dues à des bio-agresseurs. Un profil de CR a déjà été proposé au département SPE en 2016 sur ce sujet.
- renforcer nos compétences en développement informatique (i) pour les aspects d'algorithmique qui concernent les méthodes mathématiques et statistiques développées à BioSP, mais aussi (ii) pour les aspects

de gestion de données (conception et utilisation de bases de données, extraction et pré-traitements de données, services web en matière d'acquisition ou de diffusion de données...)

- investir le champ de la **génomique des populations et des données de métagénomique en écologie et épidémiologie des populations**. Le séquençage haut-débit et très haut-débit produit de nouveaux types de données génétiques pouvant être utilisées en écologie et épidémiologie spatiales pour étudier des questions évolutives ou retracer des processus historiques ou démographiques. Exploiter ces données, et les nouvelles questions statistiques associées, dans l'étude de processus mécanistes spatiaux, spatio-temporels sera un enjeu important pour BioSP en s'appuyant sur les compétences acquises dans MIA (en particulier à travers le réseau Stratege).

Finalement, un certain nombre de compétences identifiées comme nécessaires pour BioSP ne nécessitent pas des chercheurs ou ingénieurs entièrement consacrés à ces sujets. L'auto-formation, le recours à des formations collectives sur-mesure (organisées par la Formation Permanente de l'INRA), le partenariat avec des unités spécialisées sur ces sujets, l'investissement dans de nouveaux réseaux scientifiques seront des moyens pour satisfaire les besoins suivants : (i) méthodes de calcul scientifique sur les aspects d'optimisation, (ii) méthodes algorithmiques pour la fouille de gros jeux de données, (iii) méthode statistiques pour la détection de clusters spatiaux, (iv) quantification et gestion du risque.

## Acronymes utilisés dans le document

MIA	Département <b>Mathématique et Informatique Appliquées</b> de l'INRA
SPE	Département <b>Santé des Plantes et Environnement</b> de l'INRA
EFPA	Département <b>Ecologie des Forêts des Prairies et des Milieux Aquatiques</b> de l'INRA
EA	Département <b>Environnement et Agronomie</b> de l'INRA
AM	Axe <b>Méthodologique</b> (élément de structuration département MIA)
CT	Champ <b>Thématique</b> (structuration des départements)
PT	Priorité <b>Thématique</b> (structuration de BioSP dans le nouveau projet, cf p 18-19 )
ACCAF	Métaprogramme <b>Adaptation de l'Agriculture et de la Forêt au Changement Climatique</b> de l'INRA
SMACH	Métaprogramme <b>Sustainable Management of Crop Health</b> de l'INRA
ECOSERV	Métaprogramme <b>Services rendus par les Ecosystèmes</b> de l'INRA
MP	Méta <b>Programme</b>
ACG	Pôle <b>Adaptation aux Changements Globaux</b> de l'INRA PACA
PHI	Pôle <b>Production Horticole Intégrée</b> de l'INRA PACA
PSP	Pôle <b>Santé des Plantes</b> de l'INRA PACA
UAPV	<b>Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse</b>
AMU	<b>Aix-Marseille Université</b>
UM	<b>Université de Montpellier</b>
STID	Formation d'IUT <b>Statistique et Traitement Informatique des Données</b>
A2S	ED <b>AgroSciences et Sciences</b> de l'UAPV
I2S	ED <b>Information Structures Systèmes</b> de l'UM
MIM	ED <b>Mathématiques et Informatique de Marseille</b>
GAIA	ED pour les <b>Sciences du Vivant et de l'Environnement</b> de Montpellier
ECCOREV	Fédération de Recherche <b>Ecosystèmes Continentaux et Risques Environnementaux</b>
I2M	Institut de <b>Mathématiques de Marseille</b>
PSH	Unité <b>Plantes et Systèmes de Culture Horticoles</b> , de l'INRA PACA
PV	Unité <b>Pathologie Végétale</b> , de l'INRA PACA
URFM	Unité <b>Ecologie Forestière Méditerranéenne</b> , de l'INRA PACA
ISA	Institut <b>Sophia Agrobiotech</b> , de l'INRA PACA
ISEM	Institut des <b>Sciences de l'Evolution</b> , Montpellier
CEBC	<b>Centre d'Etudes Biologiques de Chizé</b>
CAMS	<b>Centre d'Analyse et de Mathématique Sociales</b> , de l'EHESS
CRBPO	Centre de Recherches sur la <b>Biologie des Populations d'Oiseaux</b>
ONCFS	Office National de la <b>Chasse et de la Faune Sauvage</b>
SSIAB	Groupe <b>Spatial Statistics and Image Analysis in Biology</b>
NCEAS	<b>National Center for Ecological Analysis and Synthesis</b>
CiSStat	Réseau méthodologique <b>Citizen Science Statistics</b>
MEDIA	Réseau <b>Modèles d'Equations Différentielles et Autres systèmes dynamiques pour l'écologie</b>
RESSTE	Réseau méthodologique <b>Statistiques pour données Spatio-Temporelles</b>
ModStatSAP	Réseau méthodologique <b>Modélisation et Statistique pour la Santé Animale et Santé des Plantes</b>
PAYOTE	Réseau méthodologique <b>Paysages ou territoires</b>
STRATEGE	Réseau méthodologique <b>Statistique en Ecologie et Données Génomiques</b>
CaSciSDI	CATI <b>Calcul Scientifique, Statistiques et Développements Informatiques</b> du département MIA
RECORD	Plateforme MIA <b>Renovation et Coordination de la modélisation de cultures pour la gestion des agro-écosystèmes</b>
DGAL	Direction Générale de l' <b>Alimentation</b>
ANSES	Agence Nationale de <b>Sécurité Sanitaire</b> , de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail
FREDON	Fédération Régionale de <b>Défense contre les Organismes Nuisibles</b>
GPEC	Gestion <b>Prévisionnelle des Emplois et des Compétences</b>
CIPP	Concours Interne de <b>Promotion sur Place</b>
CAPL	Commission Administrative Paritaire Locale (1 <sup>ère</sup> étape de la campagne d'avancement pour les TR)
CCDR	Commissions Consultatives des <b>Départements de Recherche</b> (1 <sup>ère</sup> étape de la campagne d'avancement pour les ingénieurs)
DU-DUA-GU	Directeur d'unité - Directeur d'unité adjoint - gestionnaire d'unité

## Annexes



Vague C : campagne d'évaluation 2016-2017  
Unité de recherche  
Présentation synthétique de l'entité

BIOSP, INRA AVIGNON

---

**Intitulé de l'entité : Biostatistique et Processus Spatiaux, UR 0546**

**Nom du directeur de l'entité pour le contrat en cours et pour le contrat à venir : Etienne Klein**

---

**Effectifs de l'entité au 1<sup>er</sup> janvier 2011**

0 enseignants-chercheurs ; 10 chercheurs ; 2 techniciens, 3 ingénieurs et autres personnels ; 7 post-docs et doctorants.

**Personnels ayant quitté l'entité entre le 1<sup>er</sup> janvier 2011 et le 1<sup>er</sup> juin 2016**

1 TR (25 mois) ; 6 doctorants; 3 post-docs.

**Nombre de recrutements réalisés entre le 1er janvier 2011 et le 1er juin 2016 et origine des personnels**

1 enseignants-chercheurs (détachement) ; 2 chercheurs ; 0 techniciens, 4 ingénieurs et autres personnels ; 13 post-docs et doctorants

A Haddad (2011 - IR - mutation de la DSI INRA) ; O Bonnefon (2011 - IR - concours externe - CDD INRIA) ; L Houde (2013 - AI - concours interne - UAPV) ; JF Rey (2013 - IE - concours externe - CDD AMU) ; T Opitz (2014 - CR - concours externe - postdoc UM II) ; J Papaïx (2014 - CR - concours externe - ASC INRA) ; E Gabriel (2014 - MCF - détachement - UAPV)

---

**Réalizations et produits de la recherche au cours de la période écoulée (1er janvier 2011 - 30 juin 2016) :**

1) Développement des approches mécanico-statistiques, pour estimer des paramètres de mécanisme d'intérêt à partir d'observations indirectes et hétérogènes. 6 publications [4, 73, 87, 91, 121, 136], un chapitre de l'ouvrage Roques (2013) et un fait marquant sélectionné par l'INRA

2) Méthode statistique pour la reconstruction d'arbres de transmission de maladies à partir de données génético-spatio-temporelles. Publication initiale [29] (33 citations) puis publications [96, 144] et acceptation du projet ANR SMITID

3) Nouvelles définitions mathématiques des fronts tirés et fronts poussés, à partir de propriétés concernant le transport de fractions neutres au sein du front de propagation. Article dans PNAS [24] (32 citations) et articles [37, 78, 111, 112, 122] qui ont suivi.

4) Développement de méthodes statistiques et d'outils informatiques pour le générateur stochastique de variables climatiques WACSGEN [140, 141] (package WACSGEN, annexe 6.5). Ce générateur permet de reproduire des séries temporelles de variables climatiques, notamment utilisées en entrées de modèles de cultures ou de populations naturelles.

5) Formalisation mathématique et développements numériques pour la résolution de systèmes d'EDP sur des supports couplant des éléments 1D-2D. Application à l'étude de la dynamique spatio-temporelle du moustique-tigre dans la publication [146]

6) Investissement dans le réseau Statistiques pour les Sciences Participatives CiSStats, et accompagnement d'une dizaine d'associations et réseaux d'observateurs pour l'exploitation des données collectées par les citoyens. Publication [135] et obtention d'un co-encadrement de thèse INRA-INRIA débutant en octobre 2016.

---

**Bilan quantitatif des publications de l'entité.**

163 publications à comité de lecture ; 1164 citations WOS ; H-index WOS = 16 ; 2 ouvrages ; 10 chapitres d'ouvrage ; 7 thèses ; 4 HDR

---

---

Indiquer les **5 publications majeures** de l'entité

- Roques, L., Garnier, J., Hamel, F. & Klein, E.K. (2012) Allee effect promotes diversity in traveling waves of colonization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **109**, 8828-8833
- Morelli MJ, Thebaud G, Chadoeuf J, King, DP, Haydon, DT, & Soubeyrand S (2012) A Bayesian Inference Framework to Reconstruct Transmission Trees Using Epidemiological and Genetic Data. *Plos Computational Biology*, **8**
- Coville J, Davila J, Martinez S (2013) Pulsating fronts for nonlocal dispersion and KPP nonlinearity. *Annales De L Institut Henri Poincare-Analyse Non Lineaire*, **30**, 179-223
- Fabre F., Moury B., Johansen E. I., Simon V., Jacquemond M. & Senoussi R. (2014) Narrow Bottlenecks Affect Pea Seedborne Mosaic Virus Populations during Vertical Seed Transmission but not during Leaf Colonization. *Plos Pathogens*, **10**
- Bourotte M., Allard D., Porcu E. (2016, in press) A flexible class of Non-separable Cross-Covariance Functions for Multivariate Space-Time Data, *Spatial Statistics*
- 

Indiquer **au maximum 5 documents majeurs** (autres que les publications) produits par l'entité (par exemple : rapport d'expertise, logiciel, corpus, protocole, brevet en licence d'exploitation...).

- Définition de la **stratégie d'échantillonnage** pour le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (GIS « Sol »).
  - **Site web** "Rainfall Feedback Maps" (Morris & Soubeyrand 2015): <http://w3.avignon.inra.fr/rainfallfeedback/>
  - Générateur de variables météorologiques WACsGen et **package R** associé
  - **URTIRISK**, cartographie dynamique des risques d'allergie liée aux chenilles processionnaires du pin (basée sur un programme MATLAB)
  - **briskaR**, package R de simulation de paysages, de dynamiques de contaminants et de leurs impacts
- 

Indiquer **au maximum 5 faits illustrant le rayonnement ou l'attractivité académiques** de l'entité (par exemple : invitations à donner des conférences, organisation de colloques nationaux ou internationaux, réseaux collaboratifs, cofinancements, prix et distinctions...).

- Organisation de la conférence internationale **Spatial Statistics 2015** - ~300 participants
  - Organisation du **Workshop Franco-Danois SSIAB 2012** - ~45 participants internationaux
  - Animation et co-animation de **5 réseaux méthodologiques et d'un CATI** : ModStatSAP, CiSStats, RESSTE, MEDIA, PAYOTE, CaSciSDI
  - **Prix de thèse 2012** de l'Université d'Aix-Marseille pour la thèse de Jimmy Garnier
- 

Indiquer **au maximum 5 faits illustrant les interactions de l'entité avec son environnement socio-économique ou culturel** (par exemple : contrat industriel, collaboration à une exposition majeure, émission audiovisuelle, partenariats avec des institutions culturelles...).

- Co-signature de 6 **Brèves de Maths** dans l'ouvrage édité pour Mathématiques de la planète Terre (2014)
  - Co-financement par la DGAL et collaboration avec l'ANSES sur la problématique de l'**épidémiosurveillance en phase de crise sanitaire** - Etude du cas de *xylella fastidiosa*
  - Animation du **projet APIMODEL**, concernant la mesure de l'état sanitaire des ruchers
  - Collaboration avec une dizaine d'associations et réseaux d'observateurs dans le cadre du **réseau CiSStats**
- 

Indiquer **les principales contributions de l'entité à des actions de formation** (par exemple : conception et coordination de modules de formation en master et en doctorat, accueil et suivi des doctorants, conception d'outils à vocation pédagogique, action de formation continue...).

- Publication de l'**ouvrage Roques L (2013) Modèles de réaction-diffusion pour l'écologie spatiale**. Editions Quae.
  - Co-organisation de l'**école-chercheur BioBAYES** et co-édition de l'ouvrage "Initiation à la Statistique Bayésienne - Bases Théoriques et Applications en Alimentation, Environnement, Epidémiologie et Génétique ». Editions Ellipses.
  - Co-organisation de l'**école-chercheur MEXICO** et co-signature de 4 chapitres dans l'ouvrage *Analyse de sensibilité et exploration de modèles*. Editions Quae.
  - Module "Statistiques paramétriques" dans l'ED A2SS d'Avignon
- 

Le **directeur d'unité/le responsable de l'équipe** peut indiquer ici brièvement **3 points précis** sur lesquels il souhaite obtenir l'expertise du comité.

- Quelle stratégie pour développer l'attractivité de l'unité auprès des étudiants de 3<sup>ème</sup> cycle & doctorat ?
- L'équilibre des modes de valorisation des résultats obtenus par BioSP est-il satisfaisant ?

## ANNEXE 3 – Équipements, plateformes

### Moyens Matériel Communs (Serveurs)

Depuis 7 ans, l'unité conduit une politique de capitalisation et d'optimisation des investissements en serveurs de calcul à travers la construction d'un cluster. Entre 2011 et 2016, 11 nouveaux serveurs ont été achetés pour un montant global 55 377 € (soit 11 075 €/an) financé à hauteur de 55 % sur les fonds SE et 45 % par divers contrats.

Tous les serveurs sont administrés sous Linux Debian.

Les achats annuels de nouveaux serveurs dépendent des disponibilités financières (contrats, solde SE ...) mais pour maintenir une certaine homogénéité des nœuds, nous essayons d'acheter plusieurs machines similaires, quitte à en acheter moins souvent.

#### Cluster de calcul

- Cluster basé sur un l'ordonnanceur *Oracle Grid Engine*
- 20 nœuds pour un total de 200 cœurs
- 2 millions d'heures théoriques de calcul par an disponible (De 400 000 à 480 000 heures sont effectivement consommées dont 80 à 90% par des utilisateurs de l'unité).
- 2,78 téraFLOPS
- 48 à 128 Go de mémoire disponible pour chaque nœud

#### Serveurs Annexes

- 3 serveurs de données sont mis à disposition du cluster de calcul pour stocker les données ou les résultats de simulation
  - 1,5 To mis à disposition par la DSI/EIC via le NAS du Centre de Recherche Inra/PACA +1 To espace dédié au calcul opéré par BioSP pour archivage calculs moyen terme
  - 24 To opérés + 1 To par BioSP dédié BigData
  - 1 To performant organisé en cluster de disque sous BeeGFS dédié aux calculs
- 3 autres serveurs sont administrés pour les tâches courantes (bases de données bibliographiques, bureautique, jetons de logiciels commerciaux...)

#### Forge

- Forge sous Gitlab hébergée par l'Equipe Informatique du Centre Paca (15 projets, 15 utilisateurs)
- Forge sous SVN hébergée et administrée par le département MIA

#### Sites WEB

- 8 sites administrés par BioSP, la plupart hébergés sur le serveur du département (Data Center Francis Sevilla, Inra/Toulouse) :
  - <http://informatique-mia.inra.fr/biosp> (site de l'unité)
  - <http://informatique-mia.inra.fr/workshop-ssiab9> (Workshop, colloque)
  - <http://informatique-mia.inra.fr/swg2014> (Workshop, colloque)
  - <http://informatique-mia.inra.fr/cisstats> (réseau scientifique)
  - <http://informatique-mia.inra.fr/reseau-modstatsap> (réseau scientifique)
  - <http://informatique-mia.inra.fr/resste/> (réseau scientifique)
  - <http://informatique-mia.inra.fr/biosp-cluster/> (site d'infrastructure)
  - <http://www.netvibes.com/reseaumiamedia#Accueil> (réseau scientifique)

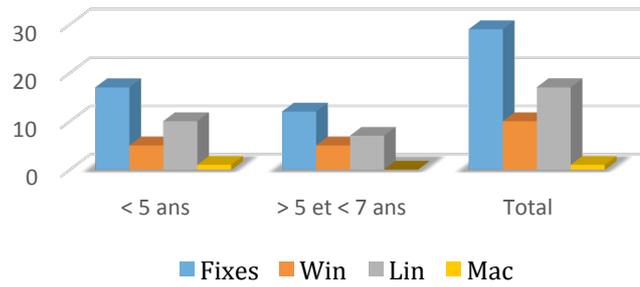
### Postes de travail individuels

Il n'y a pas de politique d'uniformisation des matériels au sein de BioSP pour ce qui concerne les postes individuels. Les préférences individuelles en matière de systèmes d'exploitation conduisent à un parc composé à 55% de postes sous Linux, 30% de postes sous Windows et 15% de postes Mac. L'administration du parc de 28 fixes et 26 portables occupe ~33% du temps du PRI de l'unité (Personne Ressource en Informatique, le reste de son temps est consacré au cluster et aux sites web).

#### Postes de travail fixes de moins de 7 ans

	Total	Windows	Linux	Mac
< 5 ans	16	5	10	1
> 5 et < 7 ans	12	5	7	0
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>1</b>

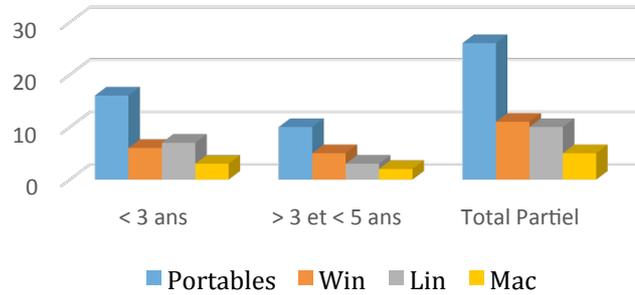
### BioSP : Parc des ordi. fixes de - 7 ans (janv 2016)



#### Postes de travail portables de moins de 5 ans

	Total	Windows	Linux	Mac
< 3 ans	16	6	7	3
> 3 et < 5 ans	10	5	3	2
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>5</b>

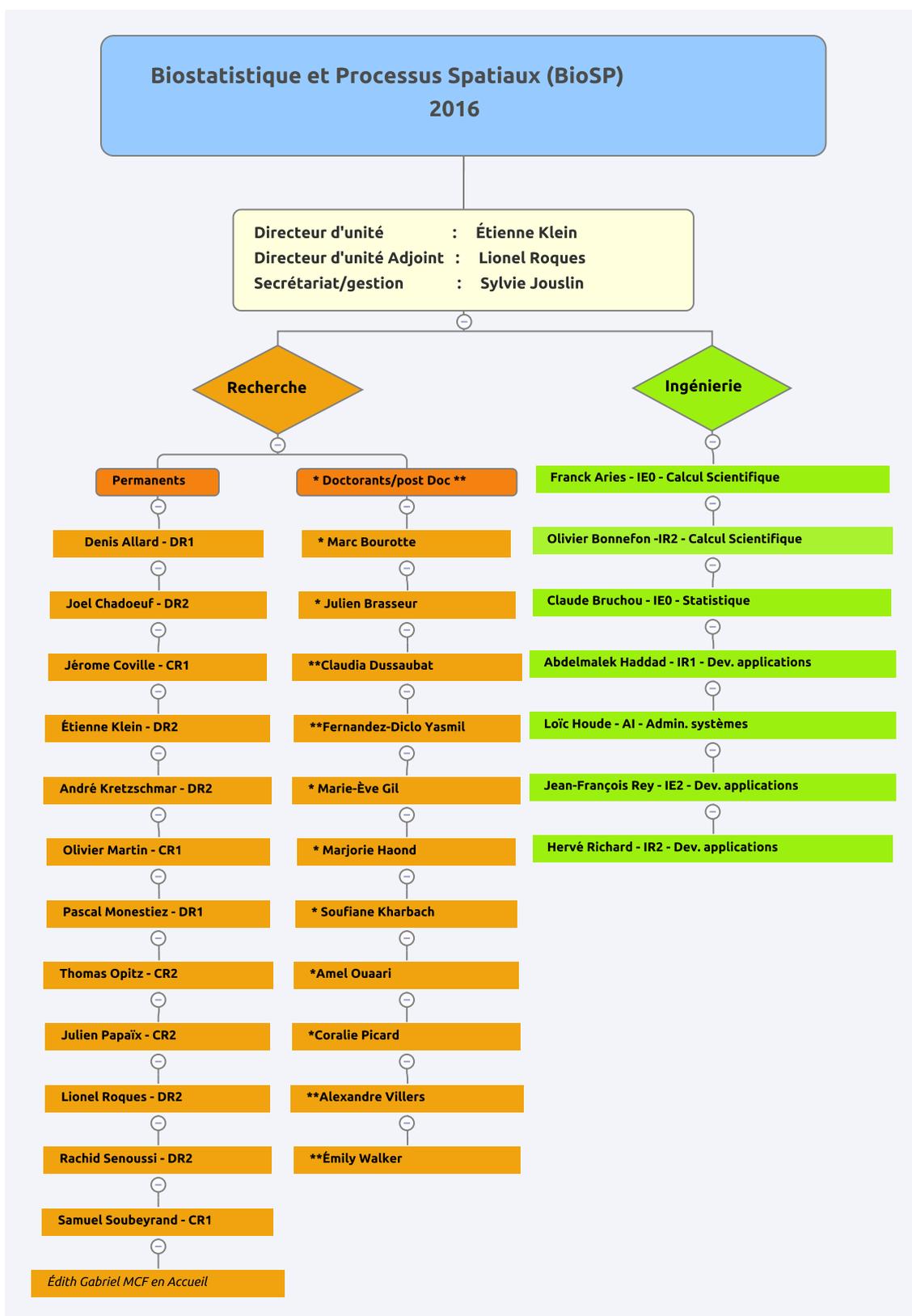
### BioSP : Parc des portables de - 5 ans (janv 2016)



## ANNEXE 4 – Organigramme fonctionnel

Organigramme de BioSP (au 30/06/2016)

(l'unité est organisée en une seule équipe et l'administration est assurée par le trinôme DU-DUA-GU)





Unité BioSP  
INRA, Centre PACA  
Domaine St-Paul  
84914 Avignon Cedex 9  
Tel.: + 33 1 (0)4 32 72 21 54  
Fax: + 33 1 (0)4 32 72 21 82  
www.inra.fr



**Lionel Roques**  
DU Adjoint de l'unité BioSP

**Etienne Klein**

Directeur de l'unité BioSP  
objet : Lettre de mission « Directeur d'Unité Adjoint »

Avignon, le 13 janvier 2016

Lionel,

Je te remercie d'avoir accepté d'être Directeur d'Unité Adjoint de l'unité BioSP à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2016, et de partager avec nous, Sylvie et moi, l'animation et la gestion de cette unité.

Depuis plusieurs années, notre unité où les statistiques, les mathématiques et l'informatique occupent une place centrale, revendique un projet scientifique qui fait une part importante à l'interdisciplinarité et aux collaborations au sein de l'INRA. Cet équilibre est bien résumé par la phrase de présentation :

*« L'unité de Biostatistique et Processus Spatiaux (BioSP) du centre de Recherche INRA PACA d'Avignon conduit des recherches en statistiques et en modélisation spatiales et spatio-temporelles, à la fois théoriques et appliquées, avec un intérêt particulier pour les applications relevant de l'environnement, de l'écologie, de l'épidémiologie et de la biologie des populations ».*

Si une redéfinition du projet scientifique de l'unité est prévue pour 2016, à l'occasion de l'évaluation HCERES, mon idée est bien de garder ce positionnement scientifique pour lequel l'unité est reconnue par nos collègues et notre hiérarchie, et qui a permis des développements méthodologiques et appliqués réussis les années passés.

A l'image de la diversité disciplinaire qui caractérise le projet scientifique de l'unité, l'organisation de la vie du collectif veille à entretenir la diversité des métiers et des statuts afin que chacun trouve sa place. Collégialité, partage, communication contribuent à cet objectif. L'unité étant en croissance depuis de nombreuses années, un des enjeux des mois à venir consiste à établir des structures d'animation scientifique de taille intermédiaire, dynamiques et pérennes, afin que tout le monde (titulaires et non-titulaires, étudiants, chercheurs et ingénieurs, nomades et sédentaires) puisse entretenir des interactions scientifiques de proximité.

Afin que cette implication dans la direction de l'unité consomme le moins de temps que possible, il est souhaitable d'afficher clairement les domaines sur lesquels je te délègue mes responsabilités :

- Communication à l'extérieur de l'unité (politique de publication scientifique, web, plaquette, mise en valeur des résultats de BioSP...)



- Bâtiments (investissements, entretiens, ...)
- Prévention (travail avec l'AP et le préventeur de centre)

Pour tous les documents relatifs à ces domaines, je te donne délégation de signature. Je te donne également la délégation de signature pour tous les documents administratifs de la vie courante de l'unité (ordres de mission, notes de frais, dépenses courantes) ainsi que la délégation pour les aspects de RH en mon absence.

Par ailleurs, pour les sujets les plus importants pour le collectif, que sont (i) l'animation scientifique, (ii) le budget et (iii) la GPEC, nous travaillerons tous les deux avec l'ensemble de l'unité.

Finalement, si je garde la responsabilité des aspects plus « individuels » concernant le suivi personnel et scientifique des titulaires et non-titulaires, nous pourrons échanger autant que tu le souhaites sur ces aspects, et tu pourras participer aux entretiens individuels. Sauf cas exceptionnel, l'accès aux dossiers individuels t'est ouvert.

Afin de partager efficacement les informations relatives à la gestion scientifiques et administrative de l'unité, l'alias [du-biosp@paca.inra.fr](mailto:du-biosp@paca.inra.fr) sera utilisé pour la majorité des email, permettant à Sylvie, toi et moi de recevoir les même informations et documents. Le partage de documents sur le GEDO de l'unité sera également encouragé.

Je précise que tu as accepté cette implication comme DUA pour 3 ans (2016-2018), mais tu peux bien sûr me faire part de ton souhait d'arrêter en cours.

Etienne Klein  
DU BioSP,  
le 13 janvier 2015

[2]

Partage des responsabilités à BioSP

<b>Responsabilité</b>	<b>Personne(s) en charge</b>	<b>Personne(s) "contact"</b>
Café des Sciences	Thomas Opitz/Julien Papaïx	Salima Kerchache
Assistant de Prévention (AP)	Olivier Bonnefon	Bertrand Reynaud
Correspondant Formation	Sylvie Jouslin	Monique Abadon
Correspondant Qualité	Loïc Houde	Cellule Qualité Centre
Correspondant Développement Durable	Denis Allard / Sylvie Jouslin	Annette Bérard / comm. DDPACA
Responsable café	Emily Walker	
Travaux bâtiment et mobilier	S Jouslin/L Roques/R Senoussi	Frédéric Gauillard
Parc de véhicules mutualisés	Etienne Klein	Bruno Savio/Valérie Jouaud
Mégane	Pascal Monestiez	
Vélo mutualisé	Claude Bruchou/Jean-François Rey	
Site internet du labo	Lionel Roques/Loïc Houde	Groupe WebHosting MIA
Portail Math-Info	Denis Allard/Loïc Houde	Département MIA
Cluster BioSP	Olivier Bonnefon/Loïc Houde	Groupe des utilisateurs
Serveur GIT + mulcyber	Jean-François Rey	
CLSI (Comité Local des Systèmes d'Information)	Olivier Bonnefon / E Klein	

## **ANNEXE 5 – Règlement intérieur**

---

L'unité BioSP n'a pas rédigé de règlement intérieur spécifique. Le règlement du centre INRA PACA s'applique à tous :

<https://intranet.paca.inra.fr/Vie-du-centre/Reglement-interieur-du-centre>

### 6.1 Articles scientifiques (avec comité de lecture)

2016

- [163] Martin G & Roques L. (2016, accepted) The non-stationary dynamics of fitness distributions: asexual model with epistasis and standing variation. *Genetics*
- [162] Allard D. (2016) Discussion of "Spatial statistics: Marks, maps, and shapes" *Quality Engineering*, **28**, 91-95
- [161] Allard D., Senoussi R. & Porcu E (2016) Anisotropy models for spatial data. *Mathematical Geosciences*, **48**, 305-328
- [160] Berestycki H, Coville, J. & Vo H.H. (2016, in press), On the definition and the properties of the principal eigenvalue of some nonlocal operators *Journal of Functional Analysis*
- [159] Bonnefon O., Coville J. & Legendre G (2016, in press) Concentration phenomenon in some nonlocal equation *Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series B*.
- [158] Bourotte M., Allard D. & Porcu E. (2016, in press) A flexible class of Non-separable Cross-Covariance Functions for Multivariate Space-Time Data, *Spatial Statistics*
- [157] Burdon JJ, Zhan J, Barrett L, Papaix J. & Thrall P (2016, in press). Addressing the challenges of pathogen evolution on the world's arable crops. *Phytopathology*.
- [156] Coville J., Li F. & Wang X.F. (2016, in press) On eigenvalue problems arising from nonlocal diffusions models. *Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series A*.
- [155] Gaba S., Gabriel E., Bonneau F., Chadoeuf J. & Bretagnolle V. (2016, in press) Herbicides do not ensure for higher wheat yield, but eliminate rare plant species. *Nature Scientific Reports*
- [154] Gabriel E., Bonneau F., Monestiez P. & Chadoeuf J. (2016, in press) Adapted kriging to predict the intensity of partially observed point process data. *Spatial Statistics*
- [153] Garnier J., Hamel F. & Roques L. (2016, in press) Transition fronts and stretching phenomena for a general class of reaction-dispersion equations. *Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series A*.
- [152] Gaüzère J., Oddou-Muratorio S., Gay L. & Klein E.K. (2016, online early). How partial genotyping at polymorphic markers can improve heritability estimates in sibling groups? *Molecular Ecology Resources*
- [151] Madouasse, A., Nusinovici, S., Monestiez, P., Ezanno, P. & Lehébel, A. (2016). Statistical methods in veterinary epidemiology. *Journal de la Société Française de Statistique*, **157**, 153-181.
- [150] Mrkvicka T., Soubeyrand S., Myllymäki M., Grabarnik P. & Hahn U. (2016, in press). Monte Carlo testing in spatial statistics, with applications to spatial residuals. *Spatial Statistics*
- [149] Opitz T. (2016) Modeling asymptotically independent spatial extremes based on Laplace random fields, *Spatial Statistics*, **16**, 1-18
- [148] Piry S, Chapuis M-P, Gauffre B, Papaix J., Cruaud A & Berthier K. (2016, in press). Mapping Averaged Pairwise Information (MAPI): a new exploratory tool to uncover spatial structure. *Methods in Ecology and Evolution*
- [147] Renzi M.T., Amichot M., Pauron D., Tchamitchian S., Brunet J.L., Kretzschmar, A., Maini S. & Belzunces L.P. (2016). Chronic toxicity and physiological changes induced in the honey bee by the exposure to fipronil and *Bacillus thuringiensis* spores alone or combined. *Ecotoxicology and environmental safety*, **127**, 205-213.
- [146] Roques L. & Bonnefon O. (2016) Modelling Population Dynamics in Realistic Landscapes with Linear Elements: a Mechanistic-Statistical Reaction-Diffusion Approach. *Plos One*, **17**, 11 : e0151217.
- [145] Sajid A., Soubeyrand S., Gladieux P., Giraud T., Leconte M., Gautier A., Mboup M., Chen W., de Vallavieille-Pope C. & Enjalbert J. (2016). CloNcaSe: Estimation of sex frequency and effective population size by clonemate re-sampling in partially clonal organisms. *Molecular Ecology Resources*, **16**: 845-861
- [144] Soubeyrand S. (2016). Construction of semi-Markov genetic-space-time SEIR models and

inference. *Journal de la Société Française de Statistique*, **157**, 129-152.

- [143] Viviant M., Jeanniard-du-Dot T., Monestiez P., Authier M. & Guinet C. (2016). Bottom time does not always predict prey encounter rate in Antarctic fur seals. *Functional Ecology*.
- [142] Zaytsev V, Biver P, Wackernagel H & Allard D (2016) Change-of-Support Models on Irregular Grids for Geostatistical Simulation, *Mathematical Geosciences*, **48**, 353-369

#### 2015

- [141] Ailliot P., Allard, D., Monbet V. & Naveau, P. (2015) Stochastic weather generators: an overview of weather type models. *Journal de la Société Française de Statistiques*, **156**, 101-103
- [140] Allard D & Bourotte M (2015) Disaggregating daily precipitations into hourly values with a transformed censored latent Gaussian process. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, **29**, 453-462
- [139] Bayle, S., Monestiez, P., Guinet, C. & Nerini, D. (2015) Moving toward finer scales in oceanography: Predictive linear functional model of Chlorophyll a profile from light data. *Progress in Oceanography*, **134**, 221-231
- [138] Berestycki H, Coville J & Vo H.H. (2015) Persistence criteria for populations with non-local dispersion. *J of Math Biology*, 1-53
- [137] Bigg, E. K., Soubeyrand, S. & Morris, C. E. (2015) Persistent after-effects of heavy rain on concentrations of ice nuclei and rainfall suggest a biological cause. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **15**, 2313-2326
- [136] Bousset L., Jumel S., Garreta V., Picault H. & Soubeyrand S. (2015) Transmission of *Leptosphaeria maculans* from a cropping season to the following one. *Annals of Applied Biology*, **166**, 530-543
- [135] Calenge C, Chadoeuf J, Giraud C, Huet S, Julliard R, Monestiez P, Piffady J, Pinaud D & Ruetten S. (2015) The Spatial Distribution of Mustelidae in France. *PloS one*, **10**, e0121689.
- [134] Coville, J. (2015) Nonlocal refuge model with a partial control. *Discrete and Continuous Dynamical Systems, série A*, **35**, 1421-1446
- [133] Fatnassi, H., J. Pizzol, R. Senoussi, A. Biondi, N. Desneux, C. Poncet & T. Boulard. (2015) Within-Crop Air Temperature and Humidity Outcomes on Spatio-Temporal Distribution of the Key Rose Pest *Frankliniella occidentalis*. *Plos One*, **10**.
- [132] Gidoïn C., Roques L. & Boivin T. (2015) Linking niche theory to ecological impacts of successful invaders: insights from resource fluctuation-specialist herbivore interactions. *Journal of Animal Ecology*, **84**, 396-406
- [131] Guillemot, J., Klein, E. K., Davi, H. & Courbet, F. (2015) The effects of thinning intensity and tree size on the growth response to annual climate in *Cedrus atlantica*: a linear mixed modeling approach. *Annals of Forest Science*, **72**, 651-663.
- [130] Kretzschmar, A., E. Durand, A. Maisonnasse, J. Vallon & Y. Le Conte. 2015. A New Stratified Sampling Procedure which Decreases Error Estimation of *Varroa* Mite Number on Sticky Boards. *Journal of Economic Entomology*, **108**, 1435-1443
- [129] Mannocci, L., P. Monestiez, J. Spitz & V. Ridoux (2015) Extrapolating cetacean densities beyond surveyed regions: habitat-based predictions in the circumtropical belt. *Journal of Biogeography*, **42**, 1267-1280
- [128] Mornet, A., Opitz, T., Luzzi, M. & Loisel, S. (2015) Index for Predicting Insurance Claims from Wind Storms with an Application in France. *Risk Analysis*, **35**, 2029-2056
- [127] Opitz T, Bacro JN, Ribereau P (2015) The spectrogram: A threshold-based inferential tool for extremes of stochastic processes. *Electronic Journal of Statistics*, **9**, 842-868
- [126] Papaïx, J., Burdon, J. J., Zhan, J., & Thrall, P. H. (2015) Crop pathogen emergence and evolution in agro-ecological landscapes. *Evolutionary applications*, **8**, 385-402
- [125] Penczykowski R. M., Walker E., Soubeyrand S. & Laine A.-L. (2015) Linking winter conditions to regional disease dynamics in a wild plant-pathogen metapopulation. *New Phytologist*. **205**, 1142-1152
- [124] Rimbaud L, Dallot S, Gottwald TR, Decroocq V, Soubeyrand S, Jacquot E, Labonne J & Thébaud G. (2015) Sharka Epidemiology and Worldwide Management Strategies. *Annual Review of Phytopathology*, **53**, 357-378

- [123] Rimbaud L, Dallot S, Delaunay A, Borron S, Soubeyrand S, Thebaud G & Jacquot E (2015) Assessing the Mismatch Between Incubation and Latent Periods for Vector-Borne Diseases: The Case of Sharka. *Phytopathology*, **105**, 1408-1416
- [122] Roques L., Hosono Y., Bonnefon O. & Boivin T. (2015) The effect of competition on the neutral intraspecific diversity of invasive species. *Journal of Mathematical Biology*, **71**, 465-489
- [121] Roques L, Walker E, Franck P, Soubeyrand, S & Klein E K (2016) Using genetic data to estimate diffusion rates in heterogeneous landscapes. *Journal of Mathematical Biology*, **73**, 397-422
- [120] Soubeyrand S & Haon-Lasportes E (2015) Weak convergence of posteriors conditional on maximum pseudo-likelihood estimates and implications in ABC. *Statistics & Probability Letters*, **107**, 84-92
- [119] Soubeyrand S, Sache I, Hamelin F, & Klein EK (2015). Evolution of dispersal in asexual populations: to be independent, clumped or grouped? *Evolutionary Ecology*, **29**, 947-963
- [118] Thibaud E, Opitz T (2015) Efficient inference and simulation for elliptical Pareto processes. *Biometrika*, **102**, 855-870
- [117] Valdazo-Gonzalez B., Kim J. T., Soubeyrand S., Wadsworth J., Knowles N. J., Haydon D. T. & King D. P. (2015) The impact of within-herd genetic variation upon inferred transmission trees for foot-and-mouth disease virus. *Infection, Genetics and Evolution*, **32**: 440-448
- [116] Walker E., Rivoirard J., Gaspar Ph. & Bez N. (2015) From forager tracks to prey distributions: an application to tuna vessel monitoring systems (VMS). *Ecological Applications*, **25**, 826-833
- [115] Wang, J., Faivre, R., Richard, H., & Monod, H. (2015) mtk: A General-Purpose and Extensible R Environment for Uncertainty and Sensitivity Analyses of Numerical Experiments. *R Journal*, **7**(2), 206-226
- 2014**
- [114] Alfaro M., Coville J. & Raoul G. (2014) Bistable travelling waves for nonlocal reaction diffusion equations. *Discrete and Continuous Dynamical Systems Series A.*, **34**, 1775-1791
- [113] Bayle S., Monestiez P. & Nerini D. (2014) Modèle linéaire de prédiction fonctionnelle sur données environnementales : choix de modélisation. *Journal de la Société Française de Statistique*, **155**, 121-137
- [112] Bonnefon O., Coville J., Garnier J., Hamel F. & Roques L. (2014) The spatio-temporal dynamics of neutral genetic diversity. *Ecological Complexity*, **20** 282-292
- [111] Bonnefon O., Coville J., Garnier J. & Roques L. (2014) Inside dynamics of solutions of integro-differential equations. *Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series B.* **19**:3057-3085
- [110] Cristofol M., Kaddouri I., Nadin G. & Roques L. (2014) Coefficient determination via asymptotic spreading speeds. *Inverse Problems*, **30**. 035005.
- [109] Fabre F., Moury B., Johansen E. I., Simon V., Jacquemond M. & Senoussi R. (2014) Narrow Bottlenecks Affect Pea Seedborne Mosaic Virus Populations during Vertical Seed Transmission but not during Leaf Colonization. *Plos Pathogens*, **10**
- [108] Garcin Y., Schefuss E., Schwab V. F., Garreta V., Gleixner G., Vincens A., Todou G., Sene O., Onana J.-M., Achoundong G. & Sachse D. (2014) Reconstructing C-3 and C-4 vegetation cover using n-alkane carbon isotope ratios in recent lake sediments from Cameroon, Western Central Africa. *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, **142**, 482-500
- [107] Georgescu V., Desassis N., Soubeyrand S., Kretzschmar A. & Senoussi R. (2014) An Automated MCEM Algorithm for Hierarchical Models with Multivariate and Multitype Response Variables. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, **43**, 3698-3719
- [106] Gimenez O., Buckland S.T., Morgan B. J. T., Bez N., Bertrand S., Choquet R., Dray S., Etienne M-P., Fewster R., Gosselin F., Mérigot B., Monestiez P., Morales J. M., Mortier F., Munoz F., Ovaskainen O., Pavoine S., Pradel R., Schurr F. M., Thomas L., Thuiller W., Trenkel V., de Valpine P., Rexstad E. (2014) Statistical ecology comes of age. *Biological Letters*, **10**, 20140698
- [105] Hamel F. & Roques L. (2014) Persistence and propagation in periodic reaction-diffusion models, *Tamkang J. Math.*, **45**, 217-228
- [104] Isaak D. J., Peterson E. E., Ver Hoef J. M., Wenger S. J., Falke J. A., Torgersen C. E., Sowder C., Steel E. A., Fortin M.-J., Jordan C. E., Ruesch A. S., Som N. & Monestiez P. (2014) Applications of spatial statistical network models to stream data. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, **1**, 277-294
- [103] Jombart T., Aanensen D. M., Baguelin M., Birrell P., Cauchemez S., Camacho A., Colijn C., Collins C., Cori A., Didelot X., Fraser C., Frost S., Hens N., Hugues J., Hohle M., Opatowski L., Rambaut A., Ratmann O., Soubeyrand S., Suchard M. A., Wallinga J., Ypma R. & Ferguso N.

- (2014) OutbreakTools: A new platform for disease outbreak analysis using the R software. *Epidemics*, **7**, 28-34
- [102] Lagache L., Klein E. K., Ducouso A. & Petit R. J. (2014) Distinct male reproductive strategies in two closely related oak species. *Molecular Ecology*, **23**, 4331-4343
- [101] Lander, T.A., Klein, E.K., Oddou-Muratorio, S., Candau, J.N., Gidoïn, C., Chalon, A., Roig, A., Fallour-Rubio, D., Auger-Rozenberg, M.A. & Boivin, T. (2014) Reconstruction of the invasion of a seed chalcid wasp in south-eastern France using air flow trajectories and Bayesian analysis of genetic data. *Ecology and Evolution*, **4**, 4609–4625
- [100] Le Rest, K., Pinaud, D., Monestiez, P., Chadoeuf, J. & Bretagnolle, V. (2014) Spatial leave-one-out cross-validation for variable selection in the presence of spatial autocorrelation. *Global Ecology and Biogeography*, **23**, 811-820.
- [99] Mannocci, L., Catalogna, M., Doremus, G., Laran, S., Lehodey, P., Massart, W., Monestiez, P., Van Canneyt, O., Watremez, P. & Ridoux, V. (2014) Predicting cetacean and seabird habitats across a productivity gradient in the South Pacific gyre. *Progress in Oceanography*, **120**, 383-398
- [98] Mannocci L., Laran S., Monestiez P., Doremus G., Van Canneyt O., Watremez P. & Ridoux V. (2014) Predicting top predator habitats in the Southwest Indian Ocean. *Ecography*, **37**, 261-278
- [97] Martin O., Ricci B., Franck P., Toubon J.F., Senoussi R. & Lavigne C. (2014) Modelling of Codling Moth Damage as a Function of Adult Monitoring, Crop Protection and Other Orchard Characteristics. *Journal of Agricultural Biological and Environmental Statistics*, **19**, 419-436
- [96] Mollentze N, Nel LH, Townsen S, le Roux K, Hampson K, Haydon DT & Soubeyrand S (2014) A Bayesian approach for inferring the dynamics of partially observed endemic infectious diseases from space-time-genetic data. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, **281**
- [95] Mondet, F., de Miranda, J. R., Kretzschmar, A., Le Conte, Y. & Mercer, A. R. (2014) On the Front Line: Quantitative Virus Dynamics in Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies along a New Expansion Front of the Parasite *Varroa destructor*. *Plos Pathogens*, **10**, 15
- [94] Nusinovici, S., Monestiez, P., Seegers, H., Beaudeau, F. & Fourichon, C. (2014) Using Animal Performance Data to Evidence the Under-Reporting of Case Herds during an Epizootic: Application to an Outbreak of Bluetongue in Cattle. *Plos One*, **9**, 7
- [93] Rieux, A., Soubeyrand, S., Bonnot, F., Klein, E. K., Ngando, J. E., Mehl, A., Ravigne, V., Carlier, J. & de Bellaire, L. D. (2014) Long-Distance Wind-Dispersal of Spores in a Fungal Plant Pathogen: Estimation of Anisotropic Dispersal Kernels from an Extensive Field Experiment. *Plos One*, **9**, 13
- [92] Robledo-Arnuncio, J.J., Klein, E.K., Muller-Landau, H.C. & Santamaria, L. (2014) Space, time and complexity in plant dispersal ecology. *Movement Ecology*, **2**, 16
- [91] Roques L., Chekroun M. D., Cristofol M., Soubeyrand S. & Ghil M. (2014) Parameter estimation for energy balance models with memory. *Proceedings of the Royal Society A*, **470**, 20140349
- [90] Som, N. A., Monestiez, P., Hoef, J. M. V., Zimmerman, D. L. & Peterson, E. E. (2014) Spatial sampling on streams: principles for inference on aquatic networks. *Environmetrics*, **25**, 306-323
- [89] Soubeyrand S., Morris CE & Bigg EK (2014) Analysis of fragmented time directionality in time series to elucidate feedbacks in climate data. *Environmental Modelling & Software*, **61**, 78-86
- [88] Soubeyrand, S., Mrkvicka, T. & Penttinen, A. (2014) A nonstationary cylinder-based model describing group dispersal in a fragmented habitat. *Stochastic Models*, **30**, 48-67
- [87] Soubeyrand S. & Roques L. (2014) Parameter estimation for reaction-diffusion models of biological invasions. *Population Ecology*, **56**, 427-434
- [86] Soubeyrand S., Tollenaere C, Haon-Lasportes E & Laine AL (2014) Regression-Based Ranking of Pathogen Strains with Respect to Their Contribution to Natural Epidemics. *Plos One*, **9**
- [85] Viviant, M., Monestiez, P. & Guinet, C. (2014) Can We Predict Foraging Success in a Marine Predator from Dive Patterns Only? Validation with Prey Capture Attempt Data. *Plos One*, **9**
- 2013**
- [84] Alfaro, M., Coville, J. & Raoul, G. (2013) Travelling Waves in a Nonlocal Reaction-Diffusion Equation as a Model for a Population Structured by a Space Variable and a Phenotypic Trait. *Communications in Partial Differential Equations*, **38**, 2126–2154
- [83] Allard D., Lopez-Lozano R, Baret F (2013) Modeling forest canopies with a hierarchical multi-ring Boolean model for estimating Leaf Area Index. *Spatial Statistics*, **5**, 42-56
- [82] Allard D., Chiles JP & Delfiner P (2013) Geostatistics: Modeling spatial uncertainty. *Mathematical Geosciences*, **45**, 377-380

- [81] Bar-Hen A, Chadoeuf J, Dessard H & Monestiez P (2013) Estimating second order characteristics of point processes with known independent noise. *Statistics and Computing*, **23**, 297-309
- [80] Bellier E., Monestiez P., Certain G., Chadoeuf J. & Bretagnolle V. (2013) Reducing the uncertainty of wildlife population abundance: model-based versus design-based estimates. *Environmetrics*, **24**, 476-488
- [79] Bellier E., Neubauer P., Monestiez P., Letourneur Y., Ledireach L., Bonhomme P. & Bachet F. (2013) Marine reserve spillover: modelling from multiple data sources. *Ecological Informatics*, **18**, 188-193
- [78] Bonnefon O., Garnier J., Hamel F & Roques L (2013) Inside dynamics of delayed traveling waves. *Mathematical Modelling of Natural Phenomena*, **8**, 42-59
- [77] Bontemps A, Klein EK & Oddou-Muratorio S (2013) Shifts of seed-dispersal patterns during early recruitment in *Fagus sylvatica*: evidence from seed dispersal estimates based on genotypic data. *Forest Ecology and Management*, **305**, 67-76
- [76] Cousin M, Silva-Zacarin E, Kretzschmar A., El Maataoui M, Brunet JL & Belzunces L (2013) Size Changes in Honey Bee Larvae Oenocytes Induced by Exposure to Paraquat at Very Low Concentrations. *Plos One*, **8**
- [75] Coville J (2013) Singular measure as principal eigenfunction of some nonlocal operators. *Applied Mathematics Letters*, **26**, 831-835
- [74] Coville J., Davila J & Martinez S (2013) Pulsating fronts for nonlocal dispersion and KPP nonlinearity. *Annales De l'Institut Henri Poincare-Analyse Non Lineaire*, **30**, 179-223
- [73] Crété R, Pumo B, Soubeyrand S., Didelot F & Caffier V (2013) A continuous time-and-state epidemic model fitted to ordinal categorical data observed on a lattice at discrete times. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, **18**, 538-555
- [72] Cristofol M & Roques L (2013) Stable estimation of two coefficients in a nonlinear Fisher-KPP equation. *Inverse Problems*, **29**, 095007
- [71] Della-Rossa L, Chadoeuf J., Boissy A & Dumont B (2013) Leaders of spontaneous group movements influence whole-group social organization: an experimental study on grazing heifers. *Behaviour*, **150**, 153-173
- [70] Di Pasquale G, Salignon M, Le Conte Y, Belzunces L, Decourtye A, Kretzschmar A., Suchail S, Brunet JL & Alaux C (2013) Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? *Plos One*, **8**, e72016-e72016
- [69] Dussaubat C, Maisonnasse A, Crauser D, Crauser D, Beslay D, Costagliola G, Soubeyrand S., Kretzschmar A & Le Conte Y (2013) Flight behavior and pheromone changes associated to *Nosema ceranae* infection of honey bee workers (*Apis mellifera*) in field conditions. *Journal of Invertebrate Pathology*, **113**, 42-51
- [68] Gaüzère J., Oddou-Muratorio S, Bontemps A & Klein EK (2013) Ecological determinants of mating system within and between three *Fagus sylvatica* populations along an elevational gradient. *Molecular Ecology*, **22**, 5001-5015
- [67] Gaüzère J., Oddou-Muratorio S, Pichot C, Lefèvre F & Klein EK (2013) Biases in quantitative genetic analyses using open-pollinated progeny tests from natural tree populations. *Acta Botanica Gallica*, **160**, 225-236
- [66] Girard R & Allard D (2013) Spatio-temporal propagation of wind power prediction errors. *Wind Energy*, **16**, 999-1012
- [65] Guinet C., Xing X., Walker E., Monestiez P., Marchand S., Picard B., Jaud T., Authier M., Cotte C., Dragon A.-C., Diamond E., Antoine D., Lowell D., Blain S., D'Ortenzio F. & Claustre H. (2013). Calibration procedures and first dataset of Southern Ocean chlorophyll a profiles collected by elephant seals equipped with a newly developed CTD-fluorescence tags. *Earth System Science Data*, **5**, 15-29
- [64] Hamdi F, Chadoeuf J & Bonato O (2013) Functional relationships between plant feeding and prey feeding for a zoophytophagous bug. *Physiological Entomology*, **38**, 241-245
- [63] Hamdi F, Chadoeuf J., Chermiti B & Bonato O (2013) Evidence of Cannibalism in *Macrolophus pygmaeus*, a Natural Enemy of Whiteflies. *Journal of Insect Behavior*, **26**, 614-621
- [62] Klein EK., Bontemps A & Oddou-Muratorio S (2013) Seed dispersal kernels estimated from genotypes of established seedlings: does density-dependent mortality matter? *Methods in Ecology and Evolution*, **4**, 1059-1069
- [61] Lagache L, Klein EK., Guichoux E & Petit RJ (2013) Fine-scale environmental control of hybridization in oaks. *Molecular Ecology*, **22**, 423-436

- [60] Lander TA, Klein EK, Stoeckel S, Mariette S, Musch B & Oddou-Muratorio S (2013) Interpreting realized pollen flow in terms of pollinator travel paths and land-use resistance in heterogeneous landscapes. *Landscape Ecology*, **28**, 1769-1783
- [59] Le Maguet J, Fuchs JJ, Chadoeuf J, Beuve M, Herrbach E & Lemaire O (2013) The role of the mealybug *Phenacoccus aceris* in the spread of Grapevine leafroll-associated virus-1 (GLRaV-1) in two French vineyards. *European Journal of Plant Pathology*, **135**, 415-427
- [58] Mannocci L, Monestiez P, Bolanos-Jimenez J, Doremus G, Jeremie S, Laran S, Rinaldi R, Van Canneyt O & Ridoux V (2013) Megavertebrate communities from two contrasting ecosystems in the western tropical Atlantic. *Journal of Marine Systems*, **111**, 208-222
- [57] Peterson E. E., Ver Hoef J. M., Isaak D. J., Falke J. A., Fortin M-J., Jordan C.E., McNyset K., Monestiez P, Ruesch A. S., Sengupta A., Som N., Steel E. A., Theobald D. M., Torgersen C. E. & Wenger S. J. (2013) Modelling dendritic ecological networks in space: an integrated network perspective. *Ecology Letters*, **16**, 707-719
- [56] Renard P & Allard D (2013) Connectivity metrics for subsurface flow and transport. *Advances in Water Resources* **51**, 168-196
- [55] Soh PT, Ndoumbe-Nkeng M, Sache I, Nguema EPM, Gwet H & Chadoeuf J (2013) Development stage-dependent susceptibility of cocoa fruit to pod rot caused by *Phytophthora megakarya*. *European Journal of Plant Pathology*, **135**, 363-370
- [54] Soubeyrand S, Carpentier F, Guiton F & Klein EK (2013) Approximate Bayesian computation with functional statistics. *Statistical Applications in Genetics and Molecular Biology*, **12**(1)
- 2012**
- [53] Alaux, C., Kemper, N., Kretschmar, A. & Le Conte, Y. (2012) Brain, physiological and behavioral modulation induced by immune stimulation in honeybees (*Apis mellifera*): A potential mediator of social immunity? *Brain Behavior and Immunity*, **26**, 1057-1060
- [52] Alfaro, M. & Coville, J. (2012) Rapid traveling waves in the nonlocal Fisher equation connect two unstable states. *Applied Mathematics Letters*, **25**, 2095-2099
- [51] Allard, D., Comunian, A. & Renard, P. (2012) Probability Aggregation Methods in Geoscience. *Mathematical Geosciences*, **44**, 545-581
- [50] Allard D & Soubeyrand S (2012) Skew-normality for climatic data and dispersal models for plant epidemiology: when application fields drive spatial statistics. *Spatial Statistics*, **1**, 50-64
- [49] Beaudouin, R., Ginot, V. & Monod, G. (2012) Improving mesocosm data analysis through individual-based modelling of control population dynamics: a case study with mosquitofish (*Gambusia holbrooki*). *Ecotoxicology*, **21**, 155-164
- [48] Bellier, E., Monestiez, P., Certain, G., Chadoeuf, J. & Bretagnolle, V. (2012) Decomposing the heterogeneity of species distributions into multiple scales: a hierarchical framework for large-scale count surveys. *Ecography*, **35**, 839-854
- [47] Bourgeois, A., Gaba, S., Munier-Jolain, N., Borgy, B., Monestiez, P. & Soubeyrand, S. (2012) Inferring weed spatial distribution from multi-type data. *Ecological Modelling*, **226**, 92-98
- [46] Courbet, F., Herve, J. C., Klein, E. K. & Colin, F. (2012) Diameter and death of whorl and interwhorl branches in Atlas cedar (*Cedrus atlantica* Manetti): a model accounting for acrotony. *Annals of Forest Science*, **69**, 125-138
- [45] Coville, J. (2012) Harnack type inequality for positive solution of some integral equation. *Annali Di Matematica Pura Ed Applicata*, **191**, 503-528
- [44] Cristofol, M., Garnier, J., Hamel, F. & Roques, L. (2012) Uniqueness from pointwise observations in a multi-parameter inverse problem. *Communications on Pure and Applied Analysis*, **11**, 173-188
- [43] De Cauwer, I., Arnaud, J.F., Klein, E.K. & Dufay, M. (2012) Disentangling the causes of heterogeneity in male fecundity in gynodioecious *Beta vulgaris* ssp *maritima*. *New Phytologist*, **195**, 676-687
- [42] Dragon, A.C., Bar-Hen, A., Monestiez, P. & Guinet, C. (2012) Horizontal and vertical movements as predictors of foraging success in a marine predator. *Marine Ecology-Progress Series*, **447**, 243-257
- [41] Dragon, A. C., Bar-Hen, A., Monestiez, P. & Guinet, C. (2012) Comparative analysis of methods for inferring successful foraging areas from Argos and GPS tracking data. *Marine Ecology Progress Series*, **452**, 253-267
- [40] Dray, S., Pelissier, R., Couteron, P., Fortin, M. J., Legendre, P., Peres-Neto, P. R., Bellier, E., Bivand, R., Blanchet, F. G., De Caceres, M., Dufour, A. B., Heegaard, E., Jombart, T., Munoz, F.,

- Oksanen, J., Thioulouse, J. & Wagner, H. H. (2012) Community ecology in the age of multivariate multiscale spatial analysis. *Ecological Monographs*, **82**, 257-275
- [39] Dumont, B., Rossignol, N., Loucougaray, G., Carrere, P., Chadoeuf, J., Fleurance, G., Bonis, A., Farruggia, A., Gaucherand, S., Ginane, C., Louault, F., Marion, B., Mesleard, F. & Yaverkovski, N. (2012) When does grazing generate stable vegetation patterns in temperate pastures? *Agriculture Ecosystems & Environment*, **153**, 50-56
- [38] Fabre, F., Montarry, J., Coville, J., Senoussi, R., Simon, V. & Moury, B. (2012) Modelling the Evolutionary Dynamics of Viruses within Their Hosts: A Case Study Using High-Throughput Sequencing. *Plos Pathogens*, **8**
- [37] Garnier, J., Giletti, T., Hamel, F. & Roques, L. (2012) Inside dynamics of pulled and pushed fronts. *Journal de Mathematiques Pures et Appliquees*, **98**, 428-449
- [36] Garnier, J., Giletti, T. & Nadin, G. (2012) Maximal and Minimal Spreading Speeds for Reaction Diffusion Equations in Nonperiodic Slowly Varying Media. *Journal of Dynamics and Differential Equations*, **24**, 521-538
- [35] Garnier, J., Roques, L. & Hamel, F. (2012) Success rate of a biological invasion in terms of the spatial distribution of the founding population. *Bulletin Of Mathematical Biology*, **74**, 453-473
- [34] Garreta V., Guiot J., Mortier F., Chadoeuf J. & Hely C. (2012) Pollen-based climate reconstruction: Calibration of the vegetation-pollen processes. *Ecological Modelling*, **235**, 81-94
- [33] Grechi, I., Ould-Sidi, M. M., Hilgert, N., Senoussi, R., Sauphanor, B. & Lescourret, F. (2012) Designing integrated management scenarios using simulation-based and multi-objective optimization: Application to the peach tree-Myzus persicae aphid system. *Ecological Modelling*, **246**, 47-59
- [32] Kremer A, Ronce O, Robledo-Arnuncio JJ, Guillaume F, Bohrer G, Nathan R, Bridle JR, Gomulkiewicz R, Klein EK, Ritland K, Kuparinen A, Gerber S & Schueler S (2012) Long-distance gene flow and adaptation of forest trees to rapid climate change. *Ecology Letters*, **15**, 378-392
- [31] Lagacherie P, Bailly JS, Monestiez P & Gomez C (2012) Using scattered hyperspectral imagery data to map the soil properties of a region. *European Journal of Soil Science*, **63**, 110-119
- [30] Monteil, C.L., Guilbaud, C., Glaux, C., Lafolie, F., Soubeyrand, S. & Morris, C.E. (2012) Emigration of the plant pathogen *Pseudomonas syringae* from leaf litter contributes to its population dynamics in alpine snowpack. *Environmental Microbiology*, **14**, 2099-2112
- [29] Morelli MJ, Thebaud G, Chadoeuf J, King, DP, Haydon, DT, & Soubeyrand S (2012) A Bayesian Inference Framework to Reconstruct Transmission Trees Using Epidemiological and Genetic Data. *Plos Computational Biology*, **8**
- [28] Mrkvicka, T., Soubeyrand, S. & Chadoeuf, J. (2012) Goodness-of-fit test of the mark distribution in a point process with non-stationary marks. *Statistics and Computing*, **22**, 931-943
- [27] Pages L, Bruchou C & Garre S (2012) Links Between Root Length Density Profiles and Models of the Root System Architecture. *Vadose Zone Journal*, **11**
- [26] Restoux, G., de Longchamp, P. H., Fady, B. & Klein, E.K. (2012) Variability of individual genetic load: consequences for the detection of inbreeding depression. *Genetica*, **140**, 39-51
- [25] Roques, L. & Cristofol, M. (2012) The inverse problem of determining several coefficients in a nonlinear Lotka-Volterra system. *Inverse Problems*, **28**, 075007
- [24] Roques, L., Garnier, J., Hamel, F. & Klein, E.K. (2012) Allee effect promotes diversity in traveling waves of colonization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **109**, 8828-8833
- [23] Stoeckel, S., Klein, E. K., Oddou-Muratorio, S., Musch, B. & Mariette, S. (2012) Microevolution of S-allele frequencies in wild cherry populations : respective impacts of negative frequency dependent selection and genetic drift. *Evolution*, **66**, 486-504
- 2011**
- [22] Allard, D., D'Or, D. & Froidevaux, R. (2011) An efficient maximum entropy approach for categorical variable prediction. *European Journal of Soil Science*, **62**, 381-393
- [21] Bonato, O., Deschamps, C., Hamdi, F., Ridray, G. & Chadoeuf, J. (2011) Spatiotemporal Distribution of *Macrolophus caliginosus* in Protected Tomato Crop (Heteroptera: Miridae). *Entomologia Generalis*, **33**, 91-102
- [20] Bussi, C., Bruchou, C. & Lescourret, F. (2011) Response of watersprout growth to fruit load and intensity of dormant pruning in peach tree. *Scientia Horticulturae*, **130**, 725-731

- [19] Chadoeuf, J., Certain, G., Bellier, E., Bar-Hen, A., Couteron, P., Monestiez, P. & Bretagnolle, V. (2011) Estimating inter-group interaction radius for point processes with nested spatial structures. *Computational Statistics & Data Analysis*, **55**, 627-640
- [18] Chifflet, R., Klein, E. K., Lavigne, C., Le Feon, V., Ricroch, A. E., Lecomte, J. & Vaissiere, B. E. (2011) Spatial scale of insect-mediated pollen dispersal in oilseed rape in an open agricultural landscape. *Journal of Applied Ecology*, **48**, 689-696
- [17] Coville, J. & Davila, J. (2011) Existence of radial stationary solutions for a system in combustion theory. *Discrete and Continuous Dynamical Systems-Series B*, **16**, 739-766
- [16] Franck, P., Ricci, B., Klein, E.K., Olivares, J., Simon, S., Cornuet, J. M. & Lavigne, C. (2011) Genetic inferences about the population dynamics of codling moth females at a local scale. *Genetica*, **139**, 949-960
- [15] Gabriel, E., Allard, D. & Bacro, J.N. (2011) Estimating and testing zones of abrupt change for spatial data. *Statistics and Computing*, **21**, 107-120
- [14] Garnier, J. (2011) Accelerating solutions in integro-differential equations. *Siam Journal on Mathematical Analysis*, **43**, 1955-1974
- [13] Hamel, F. & Roques, L. (2011) Uniqueness and stability properties of monostable pulsating fronts. *Journal of the European Mathematical Society*, **13**, 345-390
- [12] Hamel, F., Nadin G. & Roques, L. (2011) A viscosity solution method for the spreading speed. *Indiana univ. Math J.* **60**, 1229-1247
- [11] Jeanson, S., Chadoeuf, J., Madec, M. N., Aly, S., Floury, J., Brocklehurst, T. F. & Lortal, S. (2011) Spatial Distribution of Bacterial Colonies in a Model Cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, **77**, 1493-1500
- [10] Klein, E. K., Carpentier, F. H. & Oddou-Muratorio, S. (2011) Estimating the variance of male fecundity from genotypes of progeny arrays: evaluation of the Bayesian forward approach. *Methods in Ecology and Evolution*, **2**, 349-361
- [9] Klein, E. K. & Oddou-Muratorio, S. (2011) Pollen and seed dispersal inferred from seedling genotypes: the Bayesian revolution has passed here too. *Molecular Ecology*, **20**, 1077-1079
- [8] Lander, T. A., Oddou-Muratorio, S., Prouillet-Leplat, H. & Klein, E. K. (2011) Reconstruction of a beech population bottleneck using archival demographic information and Bayesian analysis of genetic data. *Molecular Ecology*, **20**, 5182-5196.
- [7] Leriche, A., Boudouresque, C. F., Monestiez, P. & Pasqualini, V. (2011) An improved method to monitor the health of seagrass meadows based on kriging. *Aquatic Botany*, **95**, 51-54
- [6] Oddou-Muratorio, S., Klein, E.K., Vendramin, G.G. & Fady, B. (2011) Spatial vs. temporal effects on demographic and genetic structures: the roles of dispersal, mating and differential mortality on patterns of recruitment in *Fagus sylvatica*. *Molecular Ecology*, **20**, 1997-2010
- [5] Roques, L. & Chekroun, M. D. (2011) Probing chaos and biodiversity in a simple competition model. *Ecological Complexity*, **8**, 98-104
- [4] Roques, L., Soubeyrand, S. & Rousselet, J. (2011) A statistical-reaction-diffusion approach for analyzing expansion processes. *Journal of Theoretical Biology*, **274**, 43-51
- [3] Rossignol, N., Chadoeuf, J., Carrere, P. & Dumont, B. (2011) A hierarchical model for analysing the stability of vegetation patterns created by grazing in temperate pastures. *Applied Vegetation Science*, **14**, 189-199
- [2] Soubeyrand, S., Roques, L., Coville, J. & Fayard, J. (2011) Patchy patterns due to group dispersal. *Journal of Theoretical Biology*, **271**, 87-99
- [1] Vinatier, F., Lescourret, F., Duyck, P. F., Martin, O., Senoussi, R. & Tixier, P. (2011) Should I Stay or Should I Go? A Habitat-Dependent Dispersal Kernel Improves Prediction of Movement. *Plos One*, **6**

## 6.2 Analyse bibliographique des publications à comité de lecture

### Principales revues dans lesquelles BioSP a publié plusieurs fois

PloS One	10
Discrete Continuous Dynamical Systems	7
Spatial Statistics	6
Molecular Ecology	6
Journal de la SFDS	4
Mathematical Geosciences	4
Statistics & Computing	4
Ecological Modeling	3
Inverse Problems	3
Methods in Ecology & Evolution	3
Plos Pathogens	3
17 journaux	2
76 journaux	1

### Notoriété des revues dans lesquelles BioSP a publié<sup>1</sup>

	Except.	Excel.	Correct	Acceptable	Mediocre	Sans IF		
MATHEMATIQUES	3	9	1	8		2	23	<b>51</b>
STATISTIQUES		13	5	3	3	4	28	<b>(31%)</b>
INTERDISCIPLINAIRE	2	4	10				16	<b>29</b>
GENERAL	2	11					13	<b>(18%)</b>
BIOLOGIE	12	40	13	4	3	2	74	<b>82</b>
ENVIRONNEMENT		6				2	8	<b>(51%)</b>
	<b>19 (12%)</b>	<b>83 (51%)</b>	<b>29 (18%)</b>	<b>15 (9%)</b>	<b>6 (4%)</b>	<b>10 (6%)</b>	<b>162</b>	<b>162</b>

### Diversité des co-auteurs des différentes publications

BioSP	Avignon	INRA	France	Internat.
15	22	26	69	30
<b>9%</b>	<b>14%</b>	<b>16%</b>	<b>43%</b>	<b>19%</b>

## 6.2 Ouvrages, chapitres d'ouvrages, articles sans comité de lecture, actes de conférences

### 2015

Arrouays, D., Marchant, B. P., Saby, N., Meersmans, J., Jolivet, C., Orton, T., Martin, M., Bellamy, P. H., Lark, R. M., Louis, B., Allard, D., Kibblewhite, M. (2014). On soil carbon monitoring networks. In: Soil carbon (p. 59-68). *Progress in Soil Science*. Presented at Global Soil Carbon Conference, Madison, USA (2013-06-03 - 2013-06-06). Dordrecht, The Netherlands : Editions Springer.

Roques L, Rossi JP, Berestycki H, Rousselet J, Garnier J, Roquejoffre JM, Rossi L, Soubeyrand S, Robinet C. (2015) *Modeling the spatio-temporal dynamics of the pine processionary moth*, dans *Processionary Moths and Climate Change: An Update*, pp. 227-263. Springer Netherlands.

Moneo I, Battisti A, Dufour B, García-Ortiz JC, González-Muñoz M, Moutou F, Paolucci P, Petrucco Toffolo E, Rivière J, Rodríguez-Mahillo AI, Roques A, Roques L, Vega JM, Vega J (2015)

<sup>1</sup> Notoriétés définies par l'IST de l'INRA sur la base des quantiles des Impact Facteurs au sein de chaque discipline ISI. Ce référentiel NORIA de l'INRA est accessible à <https://intranet.noria.inra.fr>

Medical and veterinary impact of the urticating processionary larvae, dans *Processionary Moths and Climate Change: An Update*, pp 359-410. Springer Netherlands.

Collectif BIOBAYES - Albert I., Ancelet S., David O., Denis J.-B., Makowski D., Parent E., Rau A. and Soubeyrand S. (2015). Initiation à la Statistique Bayésienne - Bases Théoriques et Applications en Alimentation, Environnement, Epidémiologie et Génétique. Editions Ellipses.

Lannou C., Soubeyrand S. (2015). Measure of life-cycle traits of a biotrophic pathogen, dans Stevenson K.L. and Jeger M.J. (Eds.) *Exercices in Plant Disease Epidemiology, 2nd edition*, pp.149-152. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.

### 2013

Roques L. (2013) Modèles de réaction-diffusion pour l'écologie spatiale. Editions Quae, Paris, France.

Richard H., Monod H, Wang J, Couteau J, Dumoulin N, Poussin B, Soulié JC, Ramat E (2013) La boîte à outils Mexico, un environnement générique pour piloter l'exploration numérique de modèles, dans Faivre R, Iooss B, Mahévas S, Makowski D, Monod H (eds), *Analyse de sensibilité et exploration de modèles*, pp 233-252. Editions Quae, Paris, France.

Wang J, Richard H., Faivre R & Monod H (2013) Le package mtk, une bibliothèque R pour l'exploration numérique des modèles, dans Faivre R, Iooss B, Mahévas S, Makowski D, Monod H (eds), *Analyse de sensibilité et exploration de modèles*, pp 255-275. Editions Quae, Paris, France.

Faivre R, Makowski D, Wang J, Richard H. & Monod H (2013) Exploration numérique d'un modèle agronomique avec le package mtk, dans Faivre R, Iooss B, Mahévas S, Makowski D, Monod H (eds), *Analyse de sensibilité et exploration de modèles*, pp 277-292. Editions Quae, Paris, France.

Bruchou C. & Monod H (2013) Criblage par discrétisation de l'espace, dans Faivre R, Iooss B, Mahévas S, Makowski D, Monod H (eds), *Analyse de sensibilité et exploration de modèles*, pp 85-123. Editions Quae, Paris, France.

Nathan R., Klein E.K., Robledo-Arnuncio J.J., Revilla E. (2012). Dispersal kernels: review, dans Clobert J, Baguette M, Benton T, Bullock J (eds), *Dispersal and Spatial Evolutionary Ecology*, pp. 187-210. Oxford University Press, Oxford.

### 2012

Allard, D. (2012). Modeling spatial and spatio-temporal non Gaussian processes. In: Porcu E, Montero JM, Schlather M (Eds), *Advances and challenges in space-time modelling of natural events. Lecture Notes in Statistics 207*, pp. 141-164. Springer-Verlag, Heidelberg.

Ciampalini R., Lagacherie P., Monestiez P., Walker E. & Gomez C. (2012) Co-kriging of soil properties with Vis-NIR hyperspectral covariates in the Cap Bon region (Tunisia), dans Minasny B, Malone BP, McBratney AB (Eds), *Digital Soil Assessments and Beyond*, pp 393-398. Springer.

Soubeyrand S. (2012). Evaluation des distributions a posteriori à l'aide de méthodes numériques, dans Makowski D. (Ed) *Méthodes statistiques bayésiennes - Bases théoriques et applications en alimentation, environnement et génétique*, pp. 91-119. INRA FormaSciences.

## 6.3 Articles de membres de BioSP non signés « BioSP »

El Asri M, Blanke D & Gabriel E. (2016 in press). Weighted M-estimators for multivariate clustered data. *Statistics and Probability Letters*

Gabriel E. (2016 in press) Spatio-temporal point pattern analysis and modelling. *Encyclopedia of GIS*, 2nd Edition.

Barnagaud JY, Papaïx J., Gimenez O & Svenning J-C. (2015) Dynamic spatial interactions between the native invader Brown-headed Cowbird and its hosts. *Diversity and Distributions*, **21**, 511-522

Mornet A, Opitz T., Luzi M & Loisel S. (2015) Index for Predicting Insurance Claims from Wind Storms with an Application in France. *Risk Analysis*, **35**, 2029-2056

Picard M, Papaïx J., Gosselin F, Bideau E, Picot D & Baltzinger C. (2015) Dynamics of seed excretion by wild ungulates: implications for plant dispersal. *Ecology and Evolution*, **5**, 2621-2632

Piou C, Taylor MH, Papaïx J. & Prévost E. (2015) Modelling the interactive effects of selective fishing and environmental change on Atlantic salmon demogenetics. *Journal of Applied Ecology*, **52**, 1629-1637

Zhan J, Thrall PH, Papaïx J., Xie L & Burdon JJ. (2015) Playing on a pathogen's weakness: using evolution to guide sustainable plant disease control strategies. *Annual Review of Phytopathology*, **53**, 19-43

- Barnagaud JY, Barbaro L, Papaïx J, Deconchat M & Brockerhoff EG (2014) Habitat filtering by landscape and local forest composition in native and exotic New Zealand birds. *Ecology*, **95**, 78-87
- Della-Rossa L., Dumont B. & Chadoeuf J. (2014) How to estimate variability in affinity relationships in partially observed groups of domestic herbivores? *Animal*, **8**, 817-826
- Delourme R., Bousset L., Ermel M., Duffé P., Besnard A. L., Marquer B., Fudal I., Linglin J., Chadoeuf J & Brun, H. (2014) Quantitative resistance affects the speed of frequency increase but not the diversity of the virulence alleles overcoming a major resistance gene to *Leptosphaeria maculans* in oilseed rape. *Infection, Genetics and Evolution*, **27**, 490-499
- Gabriel E. (2014) Estimating second-order characteristics of inhomogeneous spatio-temporal point process: influence of edge correction methods and intensity estimates. *Methodology and Computing in Applied Probability*, **16**, 411-431
- Gerber S., Chadoeuf J, Gugerli F., Lascoux M., Buiteveld J., Cottrell J., Dounavi A., Fineschi S., Forrest L. L., Fogelqvist J., Goicoechea P. G., Jensen J. S., Salvini D., Vendramin G. G. & Kremer A. (2014) High Rates of Gene Flow by Pollen and Seed in Oak Populations across Europe. *Plos One*, **9**
- Papaïx J, Adamczyk-Chauvat K, Bouvier A, Kiêu K, Touzeau S, Lannou C & Monod H. (2014) Pathogen population dynamics in agricultural landscapes: the Ddal modelling framework. *Infection, Genetics and Evolution*, **27**, 509-520
- Papaïx J, Touzeau S, Monod H & Lannou C. (2014). Can epidemic control be achieved by altering landscape connectivity in agricultural systems? *Ecological Modelling*, **284**, 35-47
- Papaïx J, Burdon JJ, Lannou C & Thrall PH. (2014). Evolution of pathogen specialisation in a host metapopulation: joint effects of host and pathogen dispersal. *Plos Computational Biology*, **10**, e1003633.
- Gabriel B, Rowlingson B & Diggle P. (2013) stpp: An R package for plotting, simulating and analysing Spatio-Temporal Point Patterns. *Journal of Statistical Software*, **53**, 1-29
- Gimenez O, Abadi F, Barnagaud J-Y, Blanc J, Buoro M, Cubaynes S, Desprez M, Gamelon M, Guilhaumon F, Lagrange P, Madon B, Marescot L, Papadatou E, Papaïx J, Péron G & Servanty S. (2013). How can quantitative ecology be attractive to young scientists? Balancing computer/desktop work with fieldwork. *Animal Conservation* **16**: 134-136
- Opitz T. (2013) Extremal t processes: Elliptical domain of attraction and a spectral representation. *Journal of Multivariate Analysis*, **122**, 409-413
- Papaïx J, David O, Lannou C & Monod H. (2013). Dynamics of adaptation in spatially heterogeneous metapopulations. *Plos ONE*, **8**, e54697
- Lannou C, Papaïx J, Monod H, Raboin L-M & Goyeau H. (2013). Gestion de la résistance aux maladies à l'échelle des territoires cultivés. *Innovations Agronomiques*, **29**, 33-44
- Blanke D, Gabriel E & Josselin D. (2012) Comparing new adaptive and robust estimators of location *Les annales de l'ISUP*, **56**, 65-86
- Papaïx J, Goyeau H, du Cheyron P, Monod H & Lannou C. (2011). Influence of cultivated landscape composition on variety resistance: an assessment based on wheat leaf rust epidemics. *New Phytologist*, **191**, 1095-1107

## 6.4 Communications (invitées, simples, affichées)

### Invitées

- Allard D., Bourotte M., Porcu E. (2016) A multivariate multi-site Weather Generator based on a Flexible Class of Non-separable Cross-Covariance Functions. *Third Workshop on Stochastic Weather Generators*, **Vannes**, mai 2016
- Allard D., Bourotte M., Porcu E. (2016) A class of flexible non separable multivariate covariance functions: application to weather data. *Spatio-temporal international workshop*, Imperial College London, **Grande Bretagne**, avril 2016
- Gabriel E, Chadoeuf J (2016) Geostatistics for point processes : Predicting the local intensity of partially observed point process data. *Stochastic geometry and its applications conference*, **Nantes**, avril 2016
- Allard, D (2015). Spatial Statistics: a discussion on Antonio Possolo's presentation. *Stu Hunter Conference*, Leuven, **Belgique**, mars 2015.
- Berestycki H, Coville J, Vo H (2015) Persistence criteria in some nonlocal model in unbounded domain

- and applications. *Workshop on Persistence of population models in temporally fluctuating environments*, Bernoulli Center, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, **Suisse**, février 2015
- Berestycki H, Coville J, Vo H (2015) Persistence criteria in some nonlocal model in unbounded domain and applications. *PDE's in Valencia*, Universidad de Valencia, **Espagne**, octobre 2015
- Berestycki H, Coville J, Vo H (2015) Persistence criteria in some nonlocal model in unbounded domain and applications. *AMS sectional Meeting, special session: Nonlocal diffusion*, Loyola University Chicago, **USA**, octobre 2015
- Coville J (2015) Nonlocal refuge model with a partial control. *Applied Math Colloquium in the Illinois Institute of Technology*, Chicago, **USA**, septembre 2015
- Gabriel E, Bonneu F, Monestiez P, Chadoeuf J (2015) Prédire l'intensité locale d'un processus ponctuel partiellement observé : Application à l'estimation de la distribution d'espèces en écologie. *Congrès Annuel de la SMAI, Les Karellis*
- Klein E (2015) La place des données. *Nouveaux défis de modélisation en agro-écologie*, **Paris**, février 2015
- Martin G, Roques L (2015) Evolution of a fitness distribution under mutation and selection: microscopic models and nonlocal transport PDEs. *Self-Organization Modeling and Analysis*, Tokyo, **Japon**, octobre 2015
- Monestiez P, Groupe CiSStats (2015) Valoriser les données issues des Sciences Participatives: enjeux et défis méthodologiques. *Rencontres DécryptaGéo*, ENSG, **Marne la Vallée**, juin 2015
- Soubeyrand S, Papaix J (2015) Future of modeling and prediction for pathogen and pest dynamics, *Société Suisse de Phytologie*, Zurich, **Suisse**, février 2015
- Allard D, Senoussi R, Porcu E (2014) Anisotropy models for spatial data. *GRF-Sim workshop: Simulation of Gaussian and related Random Fields*, Berne, **Suisse**, novembre 2014
- Senoussi R, Allard D, Porcu E (2014) Characterization and new models of anisotropy for spatial data. *10th French-Danish workshop in Spatial Statistics and Image Analysis in Biology*, Aalborg, **Denmark**, mai 2014
- Allard D, Davi H, Naveau P, Trépos R (2014) Stochastic Weather Generators: what are they good for? *Heteroclim Workshop*, **Loches**, juin 2014
- Berestycki H, Coville J, Vo H (2014) Persistence criteria in some nonlocal model in unbounded domain and applications. *Workshop on Mathematical Biology and Nonlinear Analysis, in honour of the 60 th Anniversary of Steve Cantrell*, University of Miami, **USA**, décembre 2014
- Berestycki H, Coville J, Vo H (2014) Nonlocal Heterogeneous KPP Equation in  $\mathbb{R}^N$ . *Analysis and Approximation of Non Linear Non Local PDEs*, Université de **Besançon**, Juin 2014
- Opitz T (2014) Bayesian semi-parametric inference for meta-elliptical extremes. *Workshop on statistics of extreme events*, King Abdullah University of Science and Technology (KAUST), **Arabie Saoudite**, novembre 2014.
- Roques L, Boivin T, Bonnefon O, Coville J, Garnier J, Giletti T, Hamel F, Hosono Y, Klein EK (2014) Reaction-diffusion and the spatio-temporal dynamics of neutral genetic diversity. *Reaction-Diffusion in Montpellier*, **Montpellier**, octobre 2014
- Roques L, Boivin T, Bonnefon O, Coville J, Garnier J, Giletti T, Hamel F, Hosono Y, Klein EK (2014) *Les mathématiques et leurs applications aux phénomènes complexes intervenant en biologie, chimie et médecine*, CIRM, **Marseille**, juin 2014
- Roques L, Cristofol M (2014) Uniqueness of coefficients by strong maximum principle. *Progrès récents dans l'analyse mathématique et numérique des problèmes inverses*, CIRM, **Marseille**, mai 2014
- Allard D, Lopez-Lozano R, Baret F (2013) A hierarchical Boolean model for estimating leaf area index from second order statistics of vertical gap fraction images. *Workshop on Stochastic Geometry and its application*, **Grenoble**, avril 2013.
- Bonnefon O, Coville J, Garnier J, Roques L (2013) Inside dynamics of positive solutions in some non-local equations. *New Mathematical Developments Arising from Ecology, Epidemiology and Environmental Science*, BICRM, Beijing, **Chine**, octobre 2013
- Klein E (2013) Dispersion de pollen à longue distance sur un gradient d'adaptation locale. *Impact de l'anthropisation et des changements climatiques sur les arbres forestiers: du fondamental à l'appliqué, un dialogue entre science et société*, AgroParisTech, **Paris**, août 2013.
- Monestiez P (2013) Analyse et valorisation des données issues des sciences participatives: enjeux, difficultés méthodologiques et perspectives. *XVème séminaire du RNE*, **Sainte-Marie de Ré**, octobre 2013
- Nerini D, Mante CI, Monestiez P (2013) Some extensions of FDA when dealing with particular curves. *6th International Conference on Computational and Methodological Statistics (ERCIM 2013)*, London, **UK**, december 2013
- Roques L, Giletti T, Garnier J, Hamel F, Klein EK (2013) The dynamics of the genetic structure of range-

expanding populations. *Impact of climate change on biological invasions and population distributions*, Banff, **Canada**, mai 2013

Roques L, Giletti T, Garnier J, Hamel F, Klein EK (2013) The dynamics of the genetic structure of range-expanding populations. *Biological invasions and evolutionary biology, stochastic and deterministic models*, **Lyon**, mars 2013

Coville J (2012) Convergence to the equilibrium in some Mutation Selection Models. *Everything Disperses to Miami, The Role of Movement and Dispersal in Spatial Ecology, Epidemiology and Environmental science, in honor of the 60 th Anniversary of Chris Cosner*, University of Miami, **USA**, décembre 2012

Coville J (2012) Convergence to the equilibrium in some Mutation Selection Models. *Lattice and Nonlocal Dynamical Systems and Application*, Institute for Mathematics and its Application (IMA), Minneapolis, **USA** décembre 2012

Coville J, Martinez S (2012) Recent advances in the study of non local models in population dynamics. *9th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications*, Orlando, Florida, **USA** juillet 2012

Coville J (2012) Nonlocal Models in Population Dynamics. *Functional Inequalities and PDE in the Life Sciences*, Université **Paris Dauphine**, janvier 2012.

Roques L, Rousset J, Soubeyrand S (2012) Mechanistic-statistical modelling of pest invasions. *Conférence de la Finnish Food Safety Authority (Evira)*, Helsinki, **Finlande**, octobre 2012

Roques L, Giletti T, Garnier J, Hamel F, Klein EK (2012) Evolution of the genetic structure of expanding populations. *Conférence de la Finnish Food Safety Authority (Evira)*, Helsinki, **Finlande**, octobre 2012

Roques L, Giletti T, Garnier J, Hamel F (2012) The inside dynamics of traveling waves. *Free boundary problems, theory and applications*, Chiemsee, **Allemagne**, juin 2012

Senoussi R, Gros S, Parisi L. (2012) Modeling and inferring a spatio-temporal dynamic for Apple Scab in Orchards. *9<sup>th</sup> Danish-French workshop in spatial Statistics and Image Analysis (SSIAB)*, **Avignon**, mai 2012

Coville J, Davila J, Martinez S (2011) Pulsating fronts for non local equations, *Equadiff 2011*, Loughborough, **Grande-Bretagne**, aout 2011.

Klein E, Bontemps A, Amm A, Pichot C, Oddou-Muratorio S (2011) Inferences on dispersal and migration capacities: from local to landscape scales. *Mediterranean Forest Week*, **Avignon**.

Monestiez P, Garreta V, Bailly JS, Ver Hoef J (2011) Geostatistical models on stream networks: statistical issues, Up and Down models, a case study on nitrate rate. *NCEAS Working Group: Spatial Stats for Streams*, Santa Barbara, **USA**, April 2011

Monestiez P, Walker E, Gomez C Lagacherie P (2011) Multivariate geostatistical model to map soil properties at a region scale from airborne hyperspectral imagery and scattered soil field surveys: dealing with large dimensions. *Spatial Methods for Environmental and Ecological Processes* University of Foggia, **Italy**, sept 2011

## Simples

Allard D, Bourotte, M. and Porcu E. (2016) A class of flexible non separable multivariate covariance functions: application to weather data. *8th International Workshop on Spatio-Temporal Modelling, METMA VIII*, Valencia, **Espagne**, juin 2016

Gabriel E, Chadoeuf J (2016) Geostatistics for point processes : Predicting the local intensity of partially observed point process data. *8th International Workshop on Spatio-Temporal Modelling, METMA VIII*, Valencia, **Espagne**, juin 2016

Biver P, Allard D, Pivot F and Ruelland P (2015) Recent Advances for Facies Modelling in Pluri-gaussian Formalism. *Petroleum Geostatistics 2015*, **Biarritz**, sept 2015

Bourotte M, Allard D, Porcu E (2015) Estimation by pairwise likelihood for multivariate spatio-temporal Gaussian random fields. *Spatial Statistics Conference*, **Avignon**, juin 2015

Bourotte M, Allard D, Porcu E (2015) Estimation by pairwise likelihood for multivariate spatio-temporal Gaussian random fields. *47eme Journées de Statistiques de la SFdS (JDS)*, **Lille**, juin 2015

Gabriel E, Bonneau F, Monestiez P, Chadoeuf J (2015) Predicting the local intensity of partially observed data from a revisited kriging for point processes, *Spatial Statistics Conference*, **Avignon**, juin 2015

Gabriel E, Bonneau F, Monestiez P, Chadoeuf J (2015) Prédire l'intensité locale d'un processus ponctuel partiellement observe, *47èmes Journées de Statistique de la SFDS (JDS)*, **Lille**, juin 2015

Gabriel E, Bonneau F, Monestiez P, Chadoeuf J (2015) Predicting the local intensity of partially observed data from a revisited kriging for point processes. *Retraite du LIA*, **Sète**

Leyronas C, Nicot PC, Halkett F, Martin O, Soubeyrand S (2015) Caractérisation de l'inoculum aérien de *Botrytis cinerea* pour la prévision des épidémies de pourriture grise. *Colloque de la société française de phytopathologie*,

**Colmar**, juin 2015

Monestiez P, Le Rest K, Filippi-Codaccioni O, Pinaud D, Chadœuf J (2015) Analysing opportunistic observational data from Citizen Sciences : Spatial modelling and statistical challenges. *Spatial Statistics Conference*, **Avignon**, juin 2015

Nzali MDT, Bringay S, Lavergne C, Opitz T, Azé J, Mollevi C. (2015) Construction d'un vocabulaire patient/médecin dédié au cancer du sein à partir des médias sociaux. *26es Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances*, **Rennes**

Roques L, Walker E, Franck P, Soubeyrand S, Klein EK (2015). Estimation de paramètres de diffusion de populations d'insectes ravageurs dans un paysage hétérogène, à partir de données génétiques, *1ères rencontres du GDR Ecologie Statistique*, **Lyon**

Rousseau E, Fabre F, Coville J, Mailleret L, Palloix A, Senoussi R, Grogard F, Moury B (2015) Joint estimation of effective population sizes and selection coefficients from time-sampled data: a case study on virus populations exposed to plant resistance, *15<sup>th</sup> Rencontres de Virologie Végétale (RVV)*, **Aussois**, janvier 2015

Rousseau E, Fabre F, Coville J, Mailleret L, Palloix A, Senoussi R, Grogard F, Moury B (2015) Joint estimation of effective population sizes and selection coefficients from time-sampled data: a case study on virus populations submitted to plant resistance. *9th Colloque de la société française de phytopathologie*, **Colmar**, juin 2015

Zaytsev VN, Biver P, Wackernagel H, Allard D (2015) Geostatistical Simulations on Irregular Reservoir Models Using Methods of Nonlinear Geostatistics. *Petroleum Geostatistics 2015*, **Biarritz**, sept 2015

Bourotte M, Allard D, Porcu E (2014) A New Parametric Class Of Cross-Covariance Functions for Multiivariate Spatio-Temporal Random Fields. *10th International Conference on Geostatistics for the Environment (GEOENV)*, **Paris**, juillet 2014

Allard D, Senoussi R, Porcu E (2014) A new class of anisotropy models. *10th International Conference on Geostatistics for the Environment (GEOENV)*, **Paris**, juillet 2014

Allard D, Walgenwiltz A, Biver P (2014) Conditional object-based simulations of « flexible » objects. *10th International Conference on Geostatistics for the Environment (GEOENV)*, **Paris**, juillet 2014

Bretagnolle V, Badenhauer I, Gauffre B, Gross N, Henry M, Houte S, Monestiez P, Plumejeaud C, Gaba S (2014) Landscape scale monitoring of biodiversity : the value of socio-ecological system long term research studies, *BES & SFE Joint Annual Meeting*, **Lille**, décembre 2014

Gaüzère J, Muratorio S, Gay L, Klein EK (2014) How to use molecular data to account for non random mating in quantitative genetic estimates derived from family structured experiments. *4th International Statistical Ecology Conference (ISEC 2014)*, **Montpellier**, juillet 2014

Klein EK, Bontemps A, Oddou-Muratorio S (2014) Comparison of methods that estimate seed dispersal kernels from genotypes of established seedlings, *4th International Statistical Ecology Conference (ISEC 2014)*, **Montpellier**, juillet 2014

Mahevas S, Bez N, Bertrand S, Capello M, Delattre M, De Pontual H, Dragon A-C, Drouineau H, Etienne M-P, Fablet R, Fromentin JM, Gloaguen P, Joo R, Marzuki M, Maufroy A, Monestiez P, Nerini D, Rivot E, Thiebault A, Vermard Y, Walker E, Woillez M (2014). Validation data : keystone to move state-space models for movements to operational models for fisheries and marine ecology. *4th International Statistical Ecology Conference (ISEC 2014)*, **Montpellier**, juillet 2014

Monestiez P (2014) Quels usages scientifiques et sociaux de l'observation participative ? *Forum Observation Participative en sciences de la mer et du littoral*, Université de Bretagne Occidentale, **Brest**, avril 2014

Monestiez P, Chadœuf J, Pinaud D, Le Rest K, Filippi-Codaccioni O, Couzi L, Bretagnolle V (2014) Analysing opportunistic data in Citizen Sciences: statistical modelling for loose protocols. *4th International Statistical Ecology Conference (ISEC 2014)*, **Montpellier**, juillet 2014

Pettex E, Falchetto H, Stéphane E, David L, Authier M, Dorémus G, Van Canneyt O, Blanck A, Monestiez P, Bretagnolle V, Ridoux V (2014) Seasonal variations in seabird abundance and distribution in the Bay of Biscay and the English Channel, *International Seabird Group Conference*, Oxford, **UK**, march 2014

Walker E, Klein EK, Roques L, Franck P (2014) Estimation of demographic parameters of an insect pest in apple-orchards landscape, from genetic data, *4th International Statistical Ecology Conference (ISEC 2014)*, **Montpellier**, juillet 2014

Bayle S, Monestiez P, Nerini D (2013) Linear functional predictive model in Oceanography *23rd Conference of The International Environmetrics Society*, Anchorage, **USA**, june 2013

Bourotte M, Allard D (2013) Un générateur stochastique de séries pluviométriques pour la désagrégation de données journalières en données horaires. *45ème Journées de Statistiques de la SFdS (JDS)*, **Toulouse**, mai 2013

Martin O, Bruchou C, Pagès L (2013) Usefulness of sensitivity analysis for Approximate Bayesian Computation. *7th International Conference on Sensitivity Analysis of Model Output (SAMO)*, **Nice**, juillet 2013

- Moury B, Fabre F, Senoussi R (2013) Narrow bottleneck affect a plant virus population during vertical seed transmission, *14th Rencontres de Virologie Végétale (RVV2013)*, **Aussois**, janvier 2013
- Saby N, Bourgeois A, Allard D, Boukir H, Martin M, Bardy M, Arrouays D (2013). Testing the implementation of sampling designs for soil carbon monitoring. In: *Soil in Space and Time : First divisional conference of all commissions and working groups of IUSS Division 1, International Soil Science Conference*, Ulm, **Germany**, p. 70-71
- Som N, Monestiez P, Ver Hoef J, Zimmerman D, Peterson E (2013) Spatial sampling on streams: principles for inference on aquatic networks, *23rd Conference of The International Environmetrics Society*, Anchorage, **USA**, june 2013
- Allard D, D'Or D, Biver P, Froidevaux R (2012) Non-parametric diagrams for plurigaussian simulations of lithologies. *Ninth International Geostatistics Congress*, Oslo, **Norway**, june 2012
- Allard D, Brisson N, Flecher C, Naveau P (2012) A weather generator for simulating multivariate climatic *First Workshop on Stochastic Weather Generators*, **Roscoff**, mai 2012
- Allard D, Renard P, Comunian A, D'Or D (2012) Combining probabilities with log-linear pooling: application to spatial data. *44ième Journées de Statistiques de la SFdS (JDS)*, Bruxelles, **Belgique**, mai 2012.
- Allard D, Renard P, Comunian A, D'Or D. (2012) Combining probabilities with log-linear pooling: application to spatial data, *9th French-Danish workshop in Spatial Statistics and Image Analysis in Biology*, **Avignon**, mai 2012
- Bayle S, Monestiez P, Nerini D (2012) Linear predictive functional model on environmental data: case of chlorophyll-a oceanographic profiles. *7th Days of Functional Statistics*, **Montpellier**, juin 2012
- Bourgeois A, Allard D, Saby N, Martin M, Arrouays D (2012). Optimisation d'un échantillonnage annualisé d'un réseau national de surveillance de la qualité des sols : Application aux teneurs en carbone du RMQS. *Journées d'Etude des Sols (JES)*, **Versailles**
- Ciampalini R, Lagacherie P, Monestiez P, Walker E, Gomez C (2012) Co-kriging of soil properties with Vis-NIR hyperspectral covariates in the Cap Bon region (Tunisia) *5th Global Workshop on Digital Soil Mapping 2012*, Sydney, **Australie**, avril 2012
- Comunian A, Allard D, Renard P (2012) A Review of Probability Aggregation Methods in Earth Sciences. *Ninth International Geostatistics Congress*, Oslo, **Norway**, june 2012
- D'Or D, Allard D (2012) Correcting the bias of proportions in non stationary simulations with the Markovtype categorical prediction algorithm. *IX Conference on Geostatistics for Environmental Application*, Valencia, **Espagne**, septembre 2012
- Lefèvre F, Boivin T, Bontemps A, Courbet F, Davi H, Fady B, Gaüzère J, Gidoïn C, Durand M, Karam MJ, Klein EK, Lalagüe H, Pichot C, Oddou-Muratorio S (2012). Adaptive silviculture regarding climate change: the geneticist's view, *Tackling Climate Change: the Contribution of Forest Scientific Knowledge*, **Tours**
- Monestiez P, Walker E, Gomez C, Ciampalini R, Lagacherie P (2012) Cokriging for Large Spatial Datasets: Mapping Soil Properties at a Region Scale from Airborne Hyperspectral Imagery. *9th International Geostatistics Congress*, Oslo, **Norvège**, june 2012
- Monestiez P, Viviant M, Guinet C (2012) Predicting foraging success in a marine predator from dive pattern only? GLMM model selection and individual effects. *3rd International Statistical Ecology Conference*, Oslo, **Norvège**, july 2012
- Nusinovici S, Monestiez P, Seegers H, Beaudeau F, Fourichon C (2012) Utilisation des données de fertilité pour évaluer l'impact de la circulation d'un agent pathogène exotique en dehors des foyers détectés -- Application à l'épizootie du sérotype 8 du virus de la fièvre catarrhale ovine en France. *19e Rencontres des Recherche sur les Ruminants*, **Paris**, décembre 2012
- Renard P, Allard D (2012) Connectivity metrics for subsurface flow and transport. *IX conference on Geostatistics for Environmental Applications*, Valencia, **Espagne**, septembre 2012
- Restoux G, Devaux C, Klein EK, Lecomte J (2012). Flux de gènes à l'échelle du paysage : Dispersion du pollen de colza dans un agroécosystème, *34ème réunion annuelle du Groupe d'Etude de Biologie et Génétique des Populations*, **Avignon**, août 2012
- Walgenwitz A, Allard D (2012) A fast and precise algorithm for kriging with large data sets on very large grids. *IX conference on Geostatistics for Environmental Applications* Valencia, **Espagne**, septembre 2012
- Allard D, Flecher C, Naveau P (2011) A weather generator for simulating multivariate climatic series. *1st Conference on Spatial Statistics 2011*, Enschede, **Pays-Bas**, march 2011.
- Bout A, Muller MM, Mailleret L, Boll R, Poncet C, Senoussi R (2011) Spatial and temporal associations of powdery mildew and two-spotted spider-mite in greenhouses. *28th International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010)*, Lisbonne, **Portugal**
- Fabre F, Montarry J, Senoussi R, Coville J, Simon V, Moury B (2011) Modelling the evolutionary dynamics of

viruses within their hosts: a case study using Potato virus Y and high-throughput sequencing. *Plant Virus Ecology Network*, **Montpellier**, may 2011

Fabre F, Montarry J, Senoussi R, Coville J, Simon V, Moury B (2011) Modelling the evolutionary dynamics of viruses within their hosts: a case study using Potato virus Y and high-throughput sequencing, *Réseau Évolution Virale*, **Montpellier**

Gauzere J, Oddou-Muratorio S, Klein EK (2011) Variations individuelles du régime de reproduction et voisinage écologique des arbres-mères chez des populations de hêtre commun. *34ème réunion annuelle du Groupe d'Etude de Biologie et Génétique des Populations*, **Avignon**, août 2011

Gauzere J, Oddou-Muratorio S, Klein EK (2011) Effet de la dispersion du pollen à longue distance sur les capacités d'adaptation de populations de hêtre commun sur un gradient altitudinal. *33ème réunion annuelle du Groupe d'Etude de Biologie et Génétique des Populations*, **Toulouse**, août 2011

Lander T, Oddou-Muratorio S, Klein EK (2011) The effect of landscape heterogeneity and anthropogenic land-uses on pollination patterns for wild-cherry trees in Northern France. *Advances in Biogeography: early career conference*, Oxford, **UK**

#### Affichées

Rousseau E, Fabre F, Coville J, Mailleret L, Palloix A, Senoussi R, Grognaud F, Moury B (2015) Estimation of genetic drift and selection from next generation sequencing time-sampled data. *Modelling biological evolution 2015: linking mathematical theories with empirical realities*, Leicester, **UK**, avril 2015

Rousseau E, Fabre F, Coville J, Mailleret L, Palloix A, Senoussi R, Moury B, Grognaud F (2015). Joint estimation of the strength of genetic drift and selection from next generation sequencing time-sampled data : a case study on the adaptation of virus populations to host plant resistance, *SMBE Satellite meeting SMBEBA 2015 "Investigating biological adaptation with NGS: data and models"*, **St Martin de Londres**, may 2015

Walgenwitz A, Allard D and Biver P (2015) Flexible Objects - A Way to Generate more Realistic Object-based Simulations. *Petroleum Geostatistics 2015*, **Biarritz**, sept 2015.

Monestiez P, Filippi-Codaccioni O, Chadœuf J, Pinaud D, Le Rest K, Couzi L, Bretagnolle V (2014) Opportunistic data in Citizen Sciences: statistical modeling for loose protocols. *BES & SFE Joint Annual Meeting*, **Lille**, décembre 2014

Courbet F, Boivin T, Fady B, Klein EK, Huc R, Lefèvre F (2011). Recherches récentes sur le cèdre à l'URFM, Avignon (France). *Séminaire international sur le Cèdre de l'Atlas*, Batna, **Algérie**, décembre 2011

Rodriguez R, Klein EK, Oddou-Muratorio S, Hampe A, Jordano P (2011). Male fecundity and pollen dispersal in populations of a riparian tree species. *12th European Ecological Federation congress*, Avilà, **Espagne**, septembre 2011

Nusinovici S, Monestiez P, Seegers H, Beaudeau F, Ezanno P, Fourichon C (2011). Using the reproductive performance data to evaluate the under-reporting of Bluetongue virus serotype 8 (BTV-8) case herds during the 2007 epizootic in France. *International Conference on Infectious Disease Dynamics*, Boston, **USA**, novembre 2011

## 6.5 Logiciels, bases de données

### MEMM

- Bref descriptif : Bayesian estimation of individual fecundities and pollen dispersal kernel from microsatellite data on seeds and adult trees.
- nature du produit : exécutable pour Windows, Linux et Mac OS avec script R (licence GPLv3)
- Klein EK, Desassis N, Oddou-Muratorio S, Carpentier F, Rey JF
- publication de référence (DOI) : <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-294X.2008.03809.x>
- URL du produit : <http://informatique-mia.inra.fr/biosp/memm>
- Numéro version courante : 2.0 (2016-07-19)

### FeedbackTS

- Bref descriptif : Analysis of fragmented time directionality to investigate feedback in time series.
- nature du produit : Package R (>=GPLv2)
- Samuel Soubeyrand, Cindy E. Morris, E. Keith Bigg
- publication de référence (DOI) : <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.07.003>
- URL du produit : <https://cran.r-project.org/web/packages/FeedbackTS/index.html>
- Numéro version courante : 1.4 (2016-05-10)

### briskar

- Bref descriptif : Spatial Exposure-Hazard Model for Exposure and Impact Assessment on Exposed Individuals
- nature du produit : Package R (licence GPLv2)
- Emily Walker, Jean-Francois Rey, Melen Leclerc, Samuel Soubeyrand, Marc Bourotte
- URL du produit : <https://cran.r-project.org/web/packages/SEHmodel/index.html>

- Numéro version courante : 0.0.11 (2016-02-04)

#### Outbreak Tools

- Bref descriptif : Hackathon for Outbreak Analysis in R
- nature du produit : Package R (licence : GPLv2)
- The Hackout team dont S. Soubeyrand
- publication de référence (DOI) : <http://dx.doi.org/10.1016/j.epidem.2014.04.003>
- URL du produit : <https://sourceforge.net/projects/hackout/>
- Numéro version courante : 0.1-14 (2015-12-25)

#### GMCPIC

- Bref descriptif : Generalized Monte Carlo plug-in test with calibration
- nature du produit : Package R (licence GPLv3)
- Samuel Soubeyrand, Vincent Garreta
- URL du produit : <http://informatique-mia.inra.fr/biosp/gmcpic>
- Numéro version courante : 1.1 (2015-09-08)

#### CloNcaSe

- Bref descriptif : CloNcaSe (Nc and s estimator) is for estimating effective size (Nc) and sex rate (s) of a partially clonal population sampled at two different times.
- nature du produit : Package R (GPLv3)
- Auteur(s) : Samuel Soubeyrand
- publication de référence (DOI) : <http://dx.doi.org/10.1111/1755-0998.12511>
- URL du produit : <http://informatique-mia.inra.fr/biosp/cloncase>
- Numéro version courante : 2.0 (2015-07-10)

#### Rainfall

- Bref descriptif : website to provide maps to explore where rainfall feedback could be occurring.
- nature du produit : Data
- C.E. Morris and S. Soubeyrand
- publication de référence (DOI) : <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.07.003>
- URL du produit : <http://w3.avignon.inra.fr/rainfallfeedback/index.html>
- Numéro version courante : NA (2015-05-28)

#### APIMODEL

- Bref descriptif : base de données créée pour la collecte d'informations d'observation de ruches et ruchers (environnement, santé, poids, ...)
- Nature du produit : base de données sous SGBD PostgreSQL
- Haddad A., Kretzschmar A.
- URL du produit : [http://w3.avignon.inra.fr/websig/lizmap/www/index.php/view/map/?repository=biosp&project=apimodel\\_lizmap](http://w3.avignon.inra.fr/websig/lizmap/www/index.php/view/map/?repository=biosp&project=apimodel_lizmap)

#### MULTILAND

- Bref descriptif : to generate neutral landscapes made of several types of regions, with an exact control of the proportions occupied by each type of region.
- nature du produit : package Matlab (Copyrights Roques)
- Lionel Roques
- publication de référence (DOI) : <https://arxiv.org/abs/1503.07215v1>
- URL du produit : <http://informatique-mia.inra.fr/biosp/MULTILAND>
- Numéro version courante : 1.1 (2014-06-30)

#### StrainRanking

- Bref descriptif : "StrainRanking" permet, à partir de données démographiques et génétiques récoltées au cours d'une épidémie, de classer les souches d'un pathogène en fonction de leurs contributions au développement de l'épidémie
- nature du produit : package R (licence >= GPLv2)
- Soubeyrand, S., Tollenaere, C., Haon-Lasportes, E. and Laine, A.-L.
- publication de référence (DOI) : <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0086591>
- URL du produit : <http://informatique-mia.inra.fr/biosp/StrainRanking>
- Numéro version courante : 1.1 (2014-02-05)

#### Observatoires des miellées en rucher : lavandes et Tournesol

- Bref descriptif : mise à disposition des données du suivi des miellées de Lavandes et de Tournesol
- Nature du produit : base de données sous forme de fichiers plats téléchargeables au travers de pages html.
- Kretzschmar A. Haddad A
- URL du produit : <http://w3.avignon.inra.fr/lavandes/biosp/>

#### URTIRISK

- Bref descriptif : URTIRISK is done to observe the evolution of the allergic risk associated with the presence of pine processionary moth, over a year and throughout the French territory.
- nature du produit : package Matlab (GPL)
- Roques L., Soubeyrand S., Garnier J., Batisti A., Robinet C., Roques A., Rousselet J.
- publication de référence (DOI) : [http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-9340-7\\_8](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-9340-7_8)
- URL du produit : <http://informatique-mia.inra.fr/biosp2/URTIRISK>
- Version courante : 1.0 (2013-08-10)

#### MTK (n'est plus coporté par BioSP depuis 2011)

- Bref descriptif : Mexico ToolKit (MTK), est un package R pour interfacier les différentes méthodes d'exploration numérique et les plateformes de simulation. il est conçu pour être enrichi régulièrement par des nouvelles contributions de méthodes d'exploration de modèles.
- nature du produit : package R (GPL)
- Juhui Wang ; Hervé Richard ; Hervé Monod ; Robert Faivre
- publication de référence (DOI) : <https://journal.r-project.org/archive/2015-2/wang-faivre-richard-et-al.pdf>
- URL du produit : <http://reseau-mexico.fr/MTK>
- Numéro version courante : 1.0 (2012-02-25)

#### WACSGen

- Bref descriptif : Multivariate Weather-state Approach Conditionnaly Skew-normal Generator
- nature du produit : package R (licence GPLv2)
- Denis Allard, Ronan Trépos
- publication de référence (DOI) : <http://dx.doi.org/10.1029/2009WR008098>
- URL du produit : <http://informatique-mia.inra.fr/biosp/node/72#WACS>
- Version courante : 1.0 (2010-08-10)

#### BAO Mexico

- Bref descriptif : Boîte à Outils intégrateurs pour simplifier la mise à disposition des méthodes en apportant plus de cohérence et de généricité entre les diverses étapes de l'exploration des modèles.
- nature du produit : Grammaire XML, package R, Python (licence GPL)
- Richard H, Monod H, Faivre R, Wang J.
- Version courante : 0.2 (2009-12-15)

#### Librairie 1D/2D

- Bref descriptif : Simulation de dynamiques de populations sur des paysages 2D/1D et couplage à des générateurs de paysages.
- nature du produit : code C, FreeFem
- Olivier Bonnefon
- publication de référence (DOI) : [doi:10.1371/journal.pone.0151217](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151217)

#### Librairie INDIV

- Bref descriptif : librairie de simulation Individual Based Model, continu en espace et discret en temps.
- nature du produit : code C
- Olivier Bonnefon

#### SILand

- Bref descriptif : Spatial Influence of landscape.
- nature du produit : package R
- Carpentier, F., Martin, O.

## 6.6 Doctorants encadrés

### Thèses débutées avant 2011

#### Wassim Kamoun

- Modèle spatio-temporel de prédiction des polluants en relation avec les données climatiques, cas d'exemples Tunis et région PACA
- Directeur de thèse : [Rachid Senoussi](#)
- Début de thèse : 01/10/2006
- Soutenance de thèse : 05/05/2012
- Co-direction : M. Trabelsi (Univ Tunis)
- Localisation principale : BioSP
- Ecole doctorale / Financement: Tunis / Bourse du gouvernement Tunisien

#### Patrice Takam Soh

- Estimation de la loi de la durée de séjour en présence d'une censure post-événement d'intérêt. Application à la croissance des fruits du cacaoyer et modélisation du risque d'attaque par la pourriture brune au Cameroun
- Directeur de thèse : [Joël Chadoeuf](#)
- Début de thèse : 07/10/2008
- Soutenance de thèse : 13/12/2011
- Co-direction : M Ndoumbé-Nkeng (Univ Yaoundé I, Cameroun)
- Localisation principale : BioSP
- Ecole doctorale / Financement: I2S, Montpellier / Bourse SCAC-Egide Marseille

#### Jimmy Garnier

- Analyse mathématique de modèles de dynamique des populations : équations aux dérivées partielles paraboliques et équations intégro-différentielles
- Directeur de thèse : F. Hamel (Univ Aix-Marseille)
- Début de thèse : 01/10/2009
- Soutenance de thèse : 18/09/2012
- Co-direction : [Lionel Roques](#)
- Localisation principale : BioSP

- Ecole doctorale / Financement: MIM, Marseille / Bourse ENS

#### Séverine Bayle

- Modélisation statistique de données fonctionnelles environnementales: application à l'analyse de profils océanographiques
- Directeur de thèse : Pascal Monestiez
- Début de thèse : 01/10/2010
- Soutenance de thèse : 12/06/2014
- Co-direction : David Nérini (U. Aix-Marseille)
- Localisation principale : BioSP
- Ecole doctorale / Financement: SE, Marseille/ INRA-PACA

2011

#### Julie Gaüzère

- Effet de la dispersion du pollen à longue distance sur les capacités d'adaptation de populations de hêtre commun sur un gradient altitudinal
- Directeur de thèse : Etienne Klein
- Début de thèse : 01/11/2011
- Soutenance de thèse : 31/10/2014
- Co-direction : S. Oddou-Muratorio (URFM, INRA Avignon)
- Localisation principale : URFM, Avignon
- Ecole doctorale / Financement: SIBAGHE, Montpellier / INRA

2012

#### Marc Bourotte

- Méthodes et algorithmes pour les générateurs de conditions météorologiques multivariées et spatialisées
- Directeur de thèse : Denis Allard
- Début de thèse : 01/11/2012
- Soutenance de thèse : 04/07/2016
- Co-direction : L. Bel (INRA MIA APT)
- Localisation principale : BioSP
- Ecole doctorale / Financement : Sciences et Agrosociétés, Avignon / INRA-PACA

#### Loup Rimbaud

- Conception et évaluation assistée par la modélisation de stratégies de gestion d'une épidémie dans un paysage hétérogène
- Directeur de thèse : Thierry Jacquot (BGPI, Montpellier)
- Début de thèse : 01/11/2012
- Soutenance de thèse : 20/11/2015
- Co-direction : Gaël Thébaud, Samuel Soubeyrand
- Localisation principale : BGPI, Montpellier
- Ecole doctorale / Financement: SIBAGHE, Montpellier / MESRT - DG Armement

2014

#### Amel Ouari

- Inférence statistique sur les processus de branchements spatiaux
- Directeur de thèse : Rachid Senoussi
- Début de thèse : 30/10/2014
- Localisation principale : BioSP
- Ecole doctorale / Financement: I2S, Montpellier / Bourse du gouvernement Algérien

2015

#### Julien Brasseur

- Analyse mathématique d'équations non-locales issues de modèles de dynamique des populations
- Directeur de thèse : F Hamel (Aix-Marseille University)
- Début de thèse : 11/2015
- Co-direction : J Coville, E Valdinoci
- Co-tutelle : Université de Milan
- Localisation principale : I2M, Marseille
- Ecole doctorale / Financement: MIM, Marseille / ANR NONLOCAL

#### Ricardo Carrizo

- Modèles de champs aléatoires issus d'EDPS
- Co-direction de thèse : H. Wackernagel, N. Desassis (MinesParisTech), D. Allard
- Début de thèse : 01/09/2015
- Localisation principale : MinesParisTech
- Ecole doctorale / Financement : Sciences des Métiers de l'Ingénieur / MinesParisTech

#### Marie-Eve Gil

- Analyse de systèmes biologiques complexes via des EDP : EDP non locales et modèles hybrides
- Directeur de thèse : Lionel Roques

- Début de thèse : 10/2015
- Co-direction : F. Hamel, H. Beresticki
- Localisation principale : I2M, Marseille
- Ecole doctorale / Financement: MIM, Aix-Marseille Université / Contrat Doctoral MESRT

#### **Marjorie Haond**

- Causes et conséquences des fronts de colonisation poussés : théorie et applications à un système expérimental hôte-parasitoïde
- Directeur de thèse : Elodie Vercken
- Début de thèse : 09/2015
- Co-direction : Lionel Roques, Ludovic Mailleret
- Localisation principale : ISA, Sophia
- Ecole doctorale / Financement: SVS, Nice / INRA - PACA

#### **Coralie Picard**

- Optimisation in silico de la gestion d'une épidémie chez les plantes à l'échelle du paysage
- Directeur de thèse : Thierry Jacquot (BGPI, Montpellier)
- Début de thèse : 10/2015
- Co-direction : Gaël Thébaud, Samuel Soubeyrand
- Localisation principale : BGPI, Montpellier
- Ecole doctorale/Financement : GAIA, Montpellier / ANSES - INRA

### **2016**

#### **Soufiane Kharbach**

- Comprendre la structure spatiale de la biodiversité
- Directeur de thèse : Edith Gabriel
- Début de thèse : 01/2016
- Co-direction : Joël Chadoeuf
- Localisation principale : BioSP
- Ecole doctorale / Financement: SAS, Avignon / PACA - ANR AGROBIOSE

#### **Autres doctorants co-encadrés par des chercheurs de BioSP mais n'ayant pas réellement participé à la vie scientifique de l'unité**

- Victor Zaytsev (Méthodes pour la simulation géostatistique sur grilles non structurées, MinesParisTech ; Thèse CIFRE TOTAL/MinesParisTech)
- Laura Mannocci (Distribution of cetaceans and seabirds in tropical oceans : roles of physiographic, oceanographic and biological factors; CEBC, Chizé)
- Morgane Viviant (Optimisation du comportement d'acquisition des ressources au cours de la plongée : cas de l'otarie à fourrure antarctique ; CEBC, Chizé)
- Anne-Cécile Dragon (Modélisation des stratégies d'approvisionnement des éléphants de mer austraux : influence de la variabilité de la production primaire et des conditions océanographiques physiques ; CEBC, Chizé)
- Auriane Virgili (Modélisation des habitats préférentiels des cétacés grands plongeurs ; CEBC, Chizé)
- Hoang Hung Vo (Reaction-diffusion equation and dynamics of population facing a climate change, EHESS, Paris)

## **6.7 HDR soutenues**

#### **Lionel Roques, 2013**

- Equations aux dérivées partielles pour l'écologie des populations
- Aix-Marseille Université
- Jury : A. Benabdallah, H. Berestycki, O. Diekmann, B. Fernandez, F. Hamel, T. Gallay, J.-M. Roquejoffre.

#### **Edith Gabriel, 2014**

- Comprendre et modéliser des phénomènes stochastiques en statistique spatiale et spatio-temporelle
- Université Avignon et Pays de Vaucluse
- Jury : A. Bar-Hen (rap.), L. Bel (prés.), JF. Cœurjolly (exam.), M. Genton (rap.), C. Lantuéjoul (exam.), R. Senoussi (exam.), C. Thomas-Agnan (rap.)

#### **Jérôme Coville, 2015**

- Contributions à l'étude d'équations non locales en dynamique des populations
- Aix-Marseille Université
- Jury : J. Dolbeault, C. Imbert, B. Perthame, H. Berestycki, J.S. Guo, F. Hamel, O. Ronce

#### **Samuel Soubeyrand, 2016**

- Contributions to Statistical Plant and Animal Epidemiology
- Aix-Marseille Université
- Jury : E. Gabriel, E. Parent, D. Pommeret, A. Penttinen, G. Gibson, N Peyrard, A Bar-Hen, C Lantuéjoul

## **ANNEXE 6.b – Rayonnement scientifique**

---

### 6.b.1 Responsabilités dans des réseaux scientifiques

- ModStatSAP (Modélisation et statistique pour les systèmes plantes / pathogènes, aspects génétiques, épidémiologiques et spatiotemporels). (2011-2016, co-animation BioSP) Réseau MIA/SPE/SA. ~110 membres  
*L'objectif du réseau est de fédérer les modélisateurs et statisticiens des départements SPE, SA et MIA, d'autres départements de l'INRA (notamment EA et EFPA) et d'autres structures de recherche, afin d'accroître la portée des recherches en modélisation, mathématiques et statistique appliquées à l'étude des systèmes plantes / bioagresseurs et hôtes / pathogènes.*  
<http://ciam.inra.fr/reseau-modstatsap/>
- CISSTATS (Citizen Science Statistics) (2012-2016, animation BioSP). Réseau Méthodologique MIA + inter-organisme de recherche. ~30 membres  
*L'objectif est d'identifier les principaux problèmes méthodologiques que posent les données issues des sciences participatives de manière générique, mais aussi à partir de bases de données déjà existantes (Vigie Nature, LPO) comportant de plusieurs centaines d'observations à plusieurs millions quand elles sont regroupées sur de longues périodes ou de très vastes régions ou pays.*  
<http://informatique-mia.inra.fr/cisstats/>
- RESSTE (REseau Statistiques pour données Spatio-Temporelles) (2014-2016, Animation BioSP). Réseau Méthodologique MIA. ~55 membres.  
*Les objectifs sont (i) initier une animation scientifique autour des modèles, méthodes et algorithmes pour les données spatio-temporelles, (ii) confronter les approches et points de vue des différents domaines des statistiques, (iii) contribuer à une plus large diffusion des méthodes en statistiques spatio-temporelles, auprès de statisticiens et des modélisateurs.*  
<http://informatique-mia.inra.fr/RESSTE>
- MEDIA (Modèles d'Equations Différentielles et Autres systèmes dynamiques pour l'écologie, animation BioSP) (2014-2016) Réseau Méthodologique MIA. ~20 membres  
*Les objectifs sont (i) d'aboutir à une meilleure visibilité des recherches conduites à l'INRA autour des équations différentielles et plus généralement des systèmes dynamiques appliqués à l'étude des écosystèmes ; (ii) être à l'interface avec la communauté non-INRA, déjà très développée ; (iii) encourager de nouveaux développements méthodologiques dans le domaine des EDO/EDP/IDE/systèmes dynamiques.*  
[media.biosp.org](http://media.biosp.org)
- PAYOTE (Paysages ou territoires). (créé en 2008, co-animation BioSP depuis 2015 et gestion financière BioSP en 2016). Réseau SPE/SAD/EA/MIA. ~ 70 membres  
*C'est un réseau méthodologique d'échange sur la modélisation des paysages et des territoires agricoles. Les problématiques considérées sont regroupées en quatre thèmes: (i) la représentation du paysage ; (ii) la simulation dynamique des paysages ; (iii) la fouille de données et l'initialisation de paysages virtuels ; (iv) l'analyse de l'impact du paysage sur les processus. Le réseau PAYOTE (pour PAYSage Ou Territoire) mobilise plusieurs disciplines (informatique, agronomie, écologie, mathématiques, statistiques, hydrologie, sciences économiques et sociales).*  
<http://reseau-payote.fr>
- CATI CaSciSDI (Calcul Scientifique, Statistiques et Développements Informatiques) (créé en 2011) CATI compétences-centré du département MIA. 30 ingénieurs de 9 départements  
*Structure portée par le département MIA qui regroupe une partie des ingénieurs et techniciens de l'Inra qui exercent un métier de la branche d'activités professionnelles Informatique, statistique et calcul scientifique centré sur la problématique du calcul au sens large, au sein de différentes équipes de recherche scientifique réparties sur tout le territoire.*
- GDR EcoStat (Ecologie Statistiques) (2014-). Responsabilité d'un thème
- GDR PARCS (Participatory Action Research & Citizen Sciences)(2014-). Responsabilité d'un thème
- GDR Invabio (Invasions biologiques) (2014- ). Responsabilité de l'axe « Modélisation »
- Réseau MRCT DEVLOG (Développement logiciel) (2011-2016). Membre extérieur du comité de pilotage
- Participation aux réseaux MIA « MEXICO » (Méthodes pour l'EXploration Informatique des modèles Complexes), « Statistiques et Trajectoires », « REM » (Réduction et simplification de modèles), « Optim »
- Participation aux GDR « GeoSto » (Géométrie Stochastique), « Mascot-Num » (Méthodes d'Analyse Stochastique pour les COdes et Traitements NUMériques), METICE (Mathématiques appliquées aux espèces, tissus et cellules)

### 6.b.2 Sociétés savantes

- Trésorier du Groupe Environnement de la SfdS (2011-2015)

### 6.b.3 Comités éditoriaux (relecture)

- Associate Editor pour *Statistics and Computing* (Notoriété Excellente)
- Editorial Board pour *Spatial Statistics* (Notoriété Excellente)
- Editorial Board pour *Mathematical Geosciences* (Notoriété Excellente)
- Guest Editor pour *Annales de l'ISUP : Special Issue on Stochastic Weather Generators*, 59 (1-2), (2015)
- Guest Editor pour *Spatial Statistics : Special Issue on Spatial Statistics 2015 : Emerging Patterns*

### 6.b.4 Comités d'organisation et comités scientifiques de rencontres scientifiques co-organisées par BioSP

- Spatial Statistics. 2015. 300 participants. International

- Stochastic Weather Generators. 2014. 50 participants. International
- 9th French-Danish Workshop in Spatial Statistics and Image Analysis in Biology. 2012. 30 participants. International
- XXIV<sup>e</sup> Petit Pois Dérivé. 2012. 150 participants. Francophone

Intitulé (Lieu)	Date	Durée (j)	Nature	Effectif
Journée ModStatSP Paris	11-oct.-2011	1j	Réunion Réseau	12
CiSStats "Statistiques pour Sciences Participatives" Chizé	8-10 Dec 2011	3j	Workshop	18
CiSStats "Statistiques pour Sciences Participatives" Paris	26-27 Mars 2012	2j	Workshop	14
Atelier "Les modèles spatiaux de dynamiquede populations" Angers	24-26 Sept 2012	3j	Workshop	11
CiSStats "Statistiques pour Sciences Participatives" Chizé	25-26 Oct 2012	2j	Workshop	22
SSIAB "Spatial statistics and Image Analysis in Biology" 2012	09-11 Mai 2012	3j	Workshop International	43
CiSStats "Statistiques pour Sciences Participatives" Fontainebleau	20-23 Août 2012	4j	Workshop	8
Journées ModStatSP Avignon	27-28 Août 2012	2j	Réunion Réseau	40
Petit Pois Dérivé 2012 Avignon	28-31 Août 2012	4j	Colloque Francophone	~150
CiSStats "Statistiques pour Sciences Participatives" Chizé	25-26 Oct 2012	2j	Réunion Réseau	21
CiSStats "Statistiques pour Sciences Participatives" Teich	18-21 Fév 2013	4j	Workshop	7
AG CaSciSDI Castelnau le Lez - Montpellier	15-16 Nov 2012	2	Séminaire	31
CaSciSDI Paris	20-juin-2013	1j	Séminaire	31
Journées ModStatSP Avignon	5-6 Dec 2013	2j	Réunion Réseau	10
Journée ModStatSP Paris	16 Dec 2013	1j	Réunion Réseau	40
CiSStats "Statistiques pour Sciences Participatives" Bordeaux	22-23 Jul 2014	2j	Workshop	10
SWG "Stochastic Weather Generator" 2014	17-19 Sept 2014	3j	Colloque International	54
Réseau MEDIA - Avignon	23-sept.-2014	1j	Réunion Réseau	20
Journée RESSTE	9-oct.-2014	1j	Réunion Réseau	34
CiSStats "Statistiques pour Sciences Participatives" Montpellier	16-17 oct 2014	2j	Seminaire	33
Journées ModStatSP Paris	10-11 Dec 2014	2j	Réunion Réseau	15
CaSciSDI Montpellier	14-15 Janv 2015	2j	Seminaire	27
MEDIA Avignon	8-avr.-2015	1j	Réunion Réseau	28
Journée RESSTE Paris	11-mai-2015	1j	Réunion Réseau	31
Spatial Statistics 2015 Avignon	9-12 juin 2015	4j	Conférence Internationale	300
Journée ModStatSP Avignon	2-juil.-2015	1j	Réunion Réseau	10

Réseau MEDIA - Le Ventoux	04-06 Nov 2015	3j	Workshop	20
CISStats "Statistiques pour Sciences Participatives" Avignon	19-20 Nov 2015	2j	Workshop	29
Journée RESSTE Paris	27-nov.-2015	1j	Réunion Réseau	29
CaSciSDI Lyon	30 nov-1er dec 2015	2j	Seminaire	23
Journée ModStatSAP Nantes	22-mars-2016	1j	Réunion Réseau	40
Atelier RESSTE Avignon	27-29 avril 2016	3j	Workshop	22
Séminaire Payote	25-mai-2016	1j	Réunion Réseau	22

#### 6.b.5 Comités scientifiques d'autres rencontres scientifiques

- Colloque "Nouveaux défis de Modélisation: l'Agro-écologie", Paris, 4-6 février 2014. 90 participants
- GeoEnv (2012, 2014, 2016) 120 à 150 participants.
- Spatial Statistics (2011 ; 2013 ; 2015) 200 à 300 participants.
- Geostatistics (2012 ; 2016) 200 à 300 participants.
- Spatial Accuracy (2016) 120 participants.
- International Conference on Non Parametric Statistics (2016) 250 participants.
- Journées du Développement Logiciel JDEV 2013. ~500 participants

#### 6.b.6 Evaluation de projets de recherche à l'échelle nationale ou internationale (ANR, UE,..)

- Contribution à l'ARP MathsInTerre (Atelier de Réflexion Prospective Mathématiques en Interactions pour la Terre). Rédaction d'une contribution « Nouveaux défis en statistiques pour l'environnement »
- Membre du panel « Environnement » de l'ERANET RUS+. Rapporteurs pour 8 projets
- 1 projet ANR
- 2 projets CNRS (PEPII et LEFE-MANU/ INSU)
- 1 projet FNRS (Belgique)
- 1 projets NSF (USA)
- 1 projet FRB - ECOPHYTO (2013)
- projets de thèses ABIES mars (2011, expert)
- projets de thèses IFREMER (2015, expert)
- 1 projet BBSRC
- 1 projet MRC
- 1 projet Ecos-Sud
- 1 projet AGIR-POLE

#### 6.b.7 Chercheurs/postdocs accueillis dans l'unité

##### *Chercheurs étrangers visiteurs*

- Michel Ndoumbé, Univ Yaoundé (Cameroun). Finalisation de la thèse de doctorat P.Takam Soh
- Siham Bouhakline-Hazou, Univ Bejaia Algérie. Détection de clusters spatiaux en épidémiologie
- Joseph Hughes, Univ Glasgow (Royaume-Uni). Transmission de virus à partir de données génomiques.
- Tomas Mrkvicka, Univ of south of Bohemia (République Tchèque). Géométrie stochastique.
- Denis Marcotte, Prof. Polytechnique Montréal (Canada). Half-Tapering approach for geostatistical simulations.
- Visites de quelques jours de Alfred Stein (Pays-Bas), Alexey Mikaberidze (Suisse), Claire Williams (USA), Emilio Porcu (Chili), Werner Mueller (Autriche), Yuzo Hosono (Japon), Sebastian Engelke (Suisse)

##### *Postdocs – CDD ingénieurs*

- Audrey Bile (BioSP & INRA URFM). Extraction d'ADN, PCR, génotypage 8 mois/2011
- Agnes Bourgeois (BioSP & Infosol INRA Orleans) Optimisation de stratégie d'échantillonnage des sols. 1 an 2012
- Constance Xhaard (BioSP & CBGP Montpellier). Dynamique spatio-temporelle d'épidémie fongique. 4 mois/2012
- Guillaume Kairo (BioSP). Mesures de dynamiques enzymatiques - Abeilles 2 mois/2012
- Elsa Rousseau (BioSP & PV INRA Avignon). Emergence de virus contournant des résistances. 10 mois/2012
- Vincent Garretta (BIOGER Grignon & BioSP). Dynamique spatio-temporelle d'épidémie fongique. 2 ans/2012-2014
- Emily Walker (BioSP & PSH INRA Avignon). Génétique du paysage et agroécologie. 1 an/2013-2014
- Melen Leclerc (Ecolnno Grignon & BioSP). Ecologie du paysage et modélisation spatiale. 2 ans. 2013-2015

- Emily Walker (EcoInnov Grignon & INRA UR BioSP). Ecologie du paysage et modélisation spatiale. 17 mois
- Emily Walker (EcoInnov Grignon & INRA UR BioSP). Epidémiologie spatiale et agronomie. 3 mois/2015
- Maxie Beguin (BioSP & UMR Abeilles Environnement). Expériences de populations des abeilles. 10 mois/2013
- Claudia Dussaubat (BioSP). Conduite des expérimentations et réalisation d'analyses en labo. 3 ans 2013-2016
- Julie Mintsu (BGPI Montpellier & BioSP). Génétique des populations envahissantes & épidémiologie végétale. 1 an/2015
- Yasmil Fernandez (BioSP). Epidémiologie prédictive. 1 an/2016-2017 ; Projet Xylella.
- Alexandre Villers (BioSP & CEBC Chizé). Statistique appliquée à l'écologie. 1 an. 2015-2016 Projet 500ENI.

#### *Doctorants visiteurs*

- Alexandre Dos Santos, biologie des populations, 7 mois, 2011 Brésil
- Carolina de Moraes Potascheff, écologie, 1 an, 2016 Brésil
- Rocío Rodriguez, écologie, 6 mois, Espagne 2012

#### *Séjours à l'étranger sur invitation (>1 semaine)*

- Ecosse, Univ Glasgow, épidémiologie, 6 mois, 2012
- Brésil, Biologie des populations/entomologie, 2 semaines, 2015
- Italie, Venise, U. Ca'Foscari, Statistiques spatiales, 2 mois, 2016
- Chine, Shanghai, Center of PDE, Systèmes dynamiques, 2 semaines, 2014
- Chili, Departamento Ingeniería Matemática, U de Chile, Equations aux dérivées partielles, 2 semaines, 2013
- Brésil Université de Lavras, Biologie des populations/entomologie, 2 semaines, 2012
- Chili, Departamento Ingeniería Matemática, U de Chile, Equations aux dérivées partielles, 2 semaines, 2012

## **ANNEXE 6.c – Participation à la vie et fonctionnement de collectifs / Appui à la recherche**

---

### *6.c.1 Jury de recrutements*

- 1 jury DR1 INRA 2016 [Membre]
- 1 jury CR2 INRA 2011 [Membre]
- 1 jury CR2 INRA 2013 [Membre]
- 1 jury IR INRA en calcul scientifique 2011 [Membre]
- 2 jurys IR INRA 2016 [Membres]
- 1 jury IE INRA 2015 [Président]
- 1 jury TR INRA 2016 [Président]
- 1 comité de Sélection MCF, U Paul Cezanne Aix Marseille 2011 [membre]
- 1 comité de sélection MCF U Montpellier II 2013 [Membre]
- 1 comité de sélection MCF U Toulouse 2016 [Membre]
- 1 jury « chaire d'excellence », Université d'Evry, 2011 [Membre]

### *6.c.2 Jurys de HDR*

- Christelle Robinet, Modélisation en épidémiologie (URZF INRA / U Tours, 2016) [Rapporteur]
- Edith Gabriel, Statistiques spatiales (IUT Avignon/UAPV, 2014) [Examinateur]
- Radu Stoica, Statistiques spatiales (U. Lille, 2014) [Examinateur]
- Mathieu Vrac, Statistiques pour le climat (LSCE/ Versailles Saint-Quentin, 2012) [Rapporteur]
- Renaud Vitalis, Génétique statistique (CBGP/Montpellier II, 2012) [Président]
- Jacques Rivoirard, Géostatistique (Ecole des Mines Paris, 2012) [rapporteur]
- Nicolas Bez, Statistiques spatiales et écologie marine (IRD Sète / U Montpellier 2, 2012) [rapporteur]
- Gael Grenouillet, Ecologie (EDB / U. Toulouse, 2012) [rapporteur]

### *6.c.3 Jurys de thèse (hors étudiants de BioSP)*

- F. Oriani, Simulation spatio-temporelle de données de précipitation (Neuchatel, Suisse, 2015) [Rapporteur]
- H. Maatouk, Statistiques spatiales pour l'exploration de modèles, (Mines de Saint-Etienne, 2015) [Examinateur]
- A. Bensadoun, Biostatistiques (ABIES, Jouy, 2015) [Rapporteur]
- T. Morel-Journel, Biologie des populations (Nice Sophia-Antipolis, 2015) [Rapporteur]
- J. Lesquene, Statistiques théoriques (Caen, 2015) [Rapporteur]
- J Haran, Entomologie (Orléans, 2015) [Examinateur]
- P. Gloaguen, Statistique pour l'halieutique (Agrocampus Ouest/Ifremer, Nantes, 2015) [Examinateur]
- I. Passat, Analyses des EDP (U. Cergy Pontoise, 2015) [Examinateur]
- R. Bauer, Ecologie marine (U. Montpellier, 2015) [Rapporteur]
- F. Fouejio, Géostatistiques (MinesParisTech, 2014) [Rapporteur]
- J. Bessac, Statistiques spatio-temporelles pour le climat (Rennes 1,2014) [Rapporteur]
- J. Ardon, Statistiques spatio-temporelles (La Rochelle, 2014) [Rapporteur]
- A. Bechler, Géostatistique des extrêmes (AgroParisTech, 2014) [Examinateur]
- N. Duforêt-Frebourg, Génétique statistique (Grenoble, 2014) [Examinateur]
- F. Laroche, Ecologie théorique (Montpellier II, 2014) [Rapporteur]

- N. Morsli, Statistiques spatiales (Grenoble, 2014) [Rapporteur]
- J.B. Lecomte, Statistique pour l'halieutique (AgroParisTech, Paris, 2014) [Examineur]
- H.H. Vo, Analyses des EDP (EHESS, 2014)[Examineur]
- W. Ding, Analyses des EDP (AMU/Heifei University, 2014)[Examineur]
- F. Constancias, (U. de Bourgogne, 2014) [Examineur]
- M. Bourel, Apprentissage statistique (Aix-Marseille, 2013) [Examineur]
- C. Aimé, Génétique des populations (UPMC, 2013) [Examineur]
- R. Crète, Epidémiologie spatiale (Angers, 2013). [Rapporteur]
- R. Bourget, Epidémiologie spatiale (Angers, 2013). [Rapporteur]
- B. Goussen, Ecotoxicologie (INERIS/CEA, Cadarache, 2013) [Examineur]
- A. Dos Santos Entomologie spatiale (Brésil, 2012) [Examineur]
- P. Srikhum, Statistiques spatiales (Paris-Dauphine, 2012) [Examineur]
- G. Levavasseur, Statistiques pour le climat (LSCE/ Versailles Saint-Quentin, 2012) [Examineur]
- M. Simon, Ecologie statistique (AgroParisTech, 2012) [Examineur]
- J. Gazeaux Statistiques spatio-temporelles en sciences de l'atmosphère (UPMC, 2011) [Rapporteur]
- A. Comunian, Géostatistiques (Neuchatel, Suisse, 2011) [Rapporteur]
- F. Jay, Génétique statistique (Grenoble, 2011) [Rapporteur]
- T. Gilletti, Analyses des EDP (Aix Marseille Université, 2011)[Examineur]
- L. Vaudor, (Univ. Lyon 1, 2011) [rapporteur]
- M. Brun, Ecologie (Univ. Pau et Pays de l'Adour, 2011) [rapporteur et président]

#### 6.c.4 Commission d'évaluations (CSS, CEI)

- CSS Biologie des Populations et des écosystèmes (BPE) 2015- [Membre nommé]
- CSS Biologie des Populations et des écosystèmes (BPE) 2016- [Membre élu]
- CSS Mathématique, Bio informatique et Intelligence Artificielle (MBIA) 2011-2016 [Membre élu]
- CSS Mathématique, Bio informatique et Intelligence Artificielle (MBIA) 2016- [Membre élu]
- CEI Élaboration de produits transférables aux utilisateurs de la recherche (EPT) 2011-2016 []

#### 6.c.5 Evaluations de structures

- Comité d'évaluation HCERES de l'unité SAVE (Santé et Agroécologie du Vignoble), Bordeaux, 2015 [Membre]
- Comité d'évaluation AERES du LaMMe (Laboratoire de Mathématiques et Modélisation), Evry, 2013 [Membre]

#### 6.c.6 Instances de l'Inra (conseil scientifique, conseil de gestion, CAP, etc.)

- CSD du département MIA, INRA, 2016- [2 Membres élus]
- CSD du département SPE, INRA, 2016- [Membre élu]
- CSD du département MIA, INRA, 2011-2016 [Membre élu]
- CSD du département SPE, INRA, 2011-2016 [Membre nommé]
- CG du département MIA, INRA, 2011-2016 et 2016- [Membres élu et nommé]
- Responsabilité du CATI CASCISDI
- Diverses responsabilités dans les instances locales de l'INRA (CAPL, CHSCT, CLFP)

## ANNEXE 6.d – Produits et réalisations contribuant à l'interaction science- société

---

- **Dans Brèves de maths** Mathématiques de la planète Terre (2014), M Andler, L Bel, S Benzoni, T Goudon, C Imbert, A Rousseau (éditeurs), Nouveau Monde Edition. (<http://breves-de-math.fr>)
  - Des modèles stochastiques pour simuler le temps (Allard, Bourotte)
  - Combien de feuilles dans une forêt (Allard)
  - La recolonisation par les végétaux après une ère de glaciation (Roques)
  - Qui a infecté qui ? La statistique enquête sur le temps, l'espace et la génétique (Soubeyrand)
  - Sur la trace des éléphants de mer (Dragon)
  - Modifier un paysage agricole pour limiter la propagation des épidémies ? (Adamczyk, Kieu, Monod, Lannou, Papaïx)
- Sur le site internet INRA National, Actualités Grand Public
  - Le signal fantôme (Klein, <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Biologie-vegetale/Toutes-les-actualites/Le-signal-fantome>)
  - Rivières : où se poster pour surveiller tout le réseau (Monestiez, <http://www.inra.fr/Grand-public/Ressources-et-milieus-naturels/Toutes-les-actualites/Des-capteurs-pour-surveiller-les-rivieres>)
  - Retracer l'évolution de la température terrestre (Roques, Soubeyrand, <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Mecanismes-du-vivant/Toutes-les-actualites/Retracer-l-evolution-de-la-temperature-terrestre>)
- Membre du bureau de l'association "Café des Sciences" (débat scientifique mensuels, <http://cafesciences-avignon.fr/>)
- Café des Sciences d'Arles : "Chercher l'abeille", 17 décembre 2015
- Membre du GEM (Association regroupant des scientifiques, des gestionnaires d'Aires Marines Protégées, et des représentants du monde associatif type WWF)

- Expertise dans le cadre de Vigie Mer (Investissement d'Avenir MNHN) avec la FFESSM et l'Agence des Aires marines protégées
- Liens très forts avec plusieurs associations de sciences participatives au travers d'apports via le réseau CISSTATS (Vigie-Nature, APECS, LPO-Faune Aquitaine, BIOLIT UNCPPIE, TelaBotanica, BioObs, Observatoire des Saisons)
- Calenge, C., Albaret, M., Léger, F., Vandiel, J.-M., Chadoeuf, J., Giraud, C., Huet, S., Julliard, R., Monestiez, P., Piffady, J., Pinaud, D., Ruette, S. (2016). Premières cartes d'abondance relative de six mustélidés en France. Modélisation des données collectées dans les « carnets de bord petits carnivores » de l'ONCFS. *Faune Sauvage*, 130 (1er. trimestre), 17
- Facon, B., Mailleret, L., Renault, D., Roques, L. (2015). Processus d'invasions biologiques : de l'approche descriptive à l'approche prédictive. *Revue d'Ecologie*, 70 (12), 110-113.

## ANNEXE 6.e – Produits et réalisations à destination des pouvoirs publics ou des partenaires socio-économiques

---

### Abeilles

- 8/02/2013 : *Présentation de l'observatoire sur Lavandes*, Journée technique de l'ADARA, ISARA, Lyon- 5/02/2014 : *L'observatoire de la miellée sur lavandes*, JRA, Paris
- 12/02/2014 : *Quelques indicateurs coloniaux ou environnementaux de l'activité des abeilles ; données issues des observatoires. Lavandes (2009 - 2013) et Resapi (2012 - 2013)*. Journée technique de l'ADARA, ISARA, Lyon
- 13/03/2014 : *Observatoires sur Lavandes et Tournesol*. Journées techniques de l'ADAAQ. Chambre d'Agriculture de la Gironde. Bordeaux.
- 3/02/2015 : *ColEval : une méthode pour l'évaluation de la structure de la population des colonies*, JRA, Paris
- 22/01/2016 : *Pourquoi peser et combien de ruches peser dans un observatoire sur Tournesol*. Journée technique ADAAQ, Chambre d'Agriculture de la Gironde. Bordeaux.
- Réunion annuelle de restitution des résultats de l'observatoire sur lavandes, INRA Avignon
- Réunion annuelle de restitution des résultats du programme RESAPI, INRA Avignon
- Journées techniques annuelles de l'ADAPI (depuis 2010)
- Decourtye, A., Vidau, C., Rollin, O., Requier, F., Rüger, C., Allier, F., Le Feon, V., Kretzschmar, A., Devillers, J., Henry, M., Odoux, J. F. (2016). Fréquentation par les abeilles des parcelles agricoles cultivées : données pour un usage moins dangereux des pesticides. *Courrier de l'Environnement de l'INRA* (66), 59-68.

### Environnement

- Membre du comité scientifique d'orientation de l'Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement Climatique, pilotée par la Chambre Régionale de l'Agriculture Poitou-Charente / ADEME. (2012)
- Définition de la stratégie d'échantillonnage pour la deuxième campagne 2016-2025 d'échantillonnage du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols pour le GIS « Sol ».
- STAT500ENI : plan Ecophyto 2018, suivi des effets non intentionnels pour le plan Biovigilance, mise en place du projet en 2015)

### Ecologie Marine

- Expertise pour l'AGOA : stratégie de suivi scientifique du sanctuaire des mammifères marins aux Antilles Françaises (déc. 2014)
- Laran S., Delacourtie F., Di Fluvio T., David L., Di Méglio N. and **Monestiez P.**, 2012 - Synthèse sur la distribution des cétacés dans le sanctuaire PELAGOS et les eaux adjacentes, mise en relation avec leur environnement. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 26:119-147
- Pettex E., Lambert C., Laran S., Ricart A., Virgili A., FalchettoH., Authier M., **Monestiez P.**, Van Canneyt O., Doremus G., Blanck A., Toison V. & Ridoux V. (2015) Suivi Aérien de la Megafaune Marine en France Métropolitaine. *SAMM rapport final. Agence des Aires Marines Protégées*. 169

### Epidémiologie et crises sanitaires

- Animation de la cellule « Crises sanitaires » du département SPE.
- Participation au Réseau National de Surveillance de *xylella fastidiosa* (sous-groupe de la future Plateforme Nationale d'Epidémiosurveillance en Santé du Végétal)
- Nusinovici S., Seegers H., Souty C., **Monestiez P.**, Joly A. , Beudeau F. and Fourichon C., 2012 - Infection par le virus de la Bluetongue sérotype 8 et performances dans les troupeaux bovins laitiers. *Bull. épidémiologique, santé animale et alimentation de l'ANSES*, n° 51:13-17.

### Autres

- Klein, E.K., Oddou-Muratorio, S., Pichot, C., Bontemps, A., Amm, A. (2011). Inférer les capacités de dispersion et de migration : de l'échelle locale à l'échelle globale. *Forêt Méditerranéenne*, XXXII (4), 391-406.

## ANNEXE 6.f – Enseignement en formation initiale et continue, formation par la recherche

---

### 6.f.1 Cours enseignés en Master et Licence

## Masters

- Module « Statistiques Spatiales appliquées à l'Écologie », Master 2 "Écologie et Biologie Marine" Marseille, (18h CM + 12h TD en 2011, 2012, 2013, 2014, 2015)
- Module « Statistiques spatiales : introduction à la géostatistique ». Master 2 « Biostatistique » Montpellier II (20h CM + suivi de projets) (2011, 2012, 2013)
- Module "Equations aux Dérivées Partielles et Analyse Numérique", M2/3ème année Ecole Centrale Marseille (24h de CM, 2011-2014)
- Module « Biostatistiques ». Master 2 « EBE », Montpellier II (organisation + 9h de CM) (2011)
- Cours de « Biostatistiques ». Master international « Erasmus Mundus Master Programme in Evolutionary Biology » Montpellier II. (9h de CM, 2011)
- UE ARS 1<sup>ère</sup> année Master RISM université d'Avignon (21h TP en 2013)
- UCE "Réseaux d'entreprise et Internet". Master 1 ILSN Avignon (6 H CM, 16H TD en 2013-2014)
- Intervention en « Génétique des populations ». Master international « Erasmus Mundus Master Programme in Evolutionary Biology » Montpellier II. (3h de CM, 2011)
- Module « Maths pratiques ». Master 1 Montpellier II (14h CM + 14h TD + co-organisation) (2010-2015)
- Module « Projet ». Master 1 Montpellier II (8h) (2013--2013)
- Cours « Principal eigenvalue of some nonlocal operators and applications ». Center for PDE, ECNU Shanghai (6h CM, 2013)

## Licence

- 1 service d'ATER à l'Université Montpellier I (192h, S. Bayle 2013-2014)
- Module « Statistiques Inférentielles ». 1<sup>ère</sup> année IUT STID Avignon. (10h CM + 25h TD) (2012, 2015)
- Modules « Statistiques Descriptives». 1<sup>ère</sup> année IUT STID Avignon. (18h TD + 30h TP en 2011, 30h TP en 2012, 13h TD + 9hTP en 2015)
- Module « Etudes Statistiques». 1<sup>ère</sup> année IUT STID Avignon. (35h TD en 2011 et 2012)
- Module « Statistique sur les séries temporelles ». 1<sup>ère</sup> année IUT STID Avignon. (7h CM + 25h TP en 2011, 2012, 2013, 9h CM + 27h TP en 2014, 2015)
- Module « Statistique et Probabilités ». 1<sup>ère</sup> année IUT Techniques de Commercialisation Avignon. (8h CM + 12h TD) (2014)
- Module « Statistique et Probabilités ». 1<sup>ère</sup> année Ecole d'Ingénieurs du CNAM Avignon. (14h CM + 28h TD) (2014, 2015, 2016)
- Module « Utilisation du logiciel SAS». 2<sup>ème</sup> année IUT STID Avignon. (30h TP en 2011)
- Module « Anova et modèle linéaire ». 2<sup>ème</sup> année IUT STID Avignon. (2x35h TD en 2013, 35h en 2014)
- Module « Domaines d'applications de la statistique». 2<sup>ème</sup> année IUT STID Avignon. (9h CM + 24h TP en 2011, 9h CM + 12h TP en 2012, 7.5h CM + 12h TP en 2013, 3h CM + 9h TP en 2014 et 2015)
- Licence Informatique 3<sup>ème</sup> année université d'Avignon (12 H TP en 2013)
- Module « Introduction à l'analyse » 1<sup>ère</sup> année Licence Math-Info Marseille (2 x 18h TD en 2015)
- Module « Séries et applications » 2<sup>ème</sup> année Licence SPI Marseille (24h TD en 2015)
- Intervention dans le module « Apports de l'épidémiologie à la maîtrise des risques sanitaires ». 2<sup>ème</sup> année AgroParisTech (3h CM) (2015)

### 6.f.2 Formations doctorales, formation permanente, écoles-chercheurs

- Module « Statistiques paramétriques ». École Doctorale « Science et AgroSciences », Avignon (conception + 3 ou 4 jours, 18 ou 24h)(2012, 2014, 2016)
- Journées de modélisation et d'analyse statistique de données sur R. Fédération de Recherche Eccorev, Aix-en-Provence (~18h/an, 2011-2016)
- Ecole-Chercheurs « Ecologie du Paysage », Rennes, janvier 2016 (comité d'organisation et programmation + 1,5 jours de cours-TP)
- Ecole Informatique « Installation et exploitation d'un cluster de calcul », Lyon, janvier 2016 (porteur du projet, organisation, programmation + 4h d'intervention, 5 jours)
- Earth-Water PhD School, U. of Basel, Bern, Lausanne, Neuchatel & Zürich, Switzerland. Theory and Practice of the statistical reasoning, 21h.
- Formation Permanente INRA PACA « Modèle linéaires mixtes », Sophia, novembre 2015 (conception + 2,5 jours de Cours-TP)
- Ecole-Chercheurs « Statistical and mathematical tools for the study of climate extremes », Cargèse, novembre 2015 (4 jours en présentiel; 3 h d'intervention)
- Seme Ecole de printemps EDP Non-linéaire Mathématiques et Interactions, Ecole supérieure de Technologie d'Essaouira (3x2h CM sur 4 jours, 2015)
- Ecole-Chercheurs « BIOBAYES » d'initiation à la statistique bayésienne, 2011, 2013 (comité d'organisation et programmation + 1,5 jours de cours-TP)
- Ecole-Chercheurs « Analyse de sensibilité et exploration des modèles » (réseau MEXICO), 2012 (comité d'organisation, 3h d'intervention)
- Ecole Informatique « Ingénierie logicielle pour la recherche », La Londe les Maures, décembre 2011 (comité d'organisation et programmation + 2h d'intervention, 5 jours)

## 6.f.2 Accueil de stagiaires

Stagiaire		Date accueil	Formation	Thème scientifique	Financement	Etablissement
Julie	Gauzere	01/01/11 au 30/04/11	M2	Effet de la dispersion du pollen à longue distance sur les capacités d'adaptation de populations de hêtre commun le long d'un gradient altitudinal	ColonSGS	U Montpellier 2
Nejdi	EL ARBI	24/01/11 au 24/07/11	M1	Développement d'un XML dédié et d'outils de reporting des analyses de simulations	SE	U Avignon
Marion	Baudino	28/03/11 au 30/09/11	M2	Modélisation/Etude mathématique d'un modèle	SE	AMU Ctre Math Informatique
Ludovic	Lovet	04/04/11 au 12/08/11	Licence	Evaluer le lien statistique entre concentration des particules dans l'air, variables climatiques locales et mouvements des masses d'air	Dispersion groupée	AMU Faculté des sciences Luminy
Marc	Bourotte	13/02/12 au 10/08/12	M2	Modélisation des séries temporelles de pluviométrie par un processus Gaussien tronqué transformé: application à la dégradation des données journalières en données horaires	SE	U Montpellier 2
Eyoub	Sidi	22/03/12 au 21/08/12	M2	Estimation pour un processus spatial ponctuel doublement stochastique décrivant la dispersion groupée de particules	Dispersion groupée	AMU Ctre Math Informatique
Emilie	Durand	01/05/12 au 31/08/12	M1	Application de diverses méthodes de sélection de variables pour l'analyse de données en aérobiologie	Dispersion groupée	U Lyon 2
Roopam	Atreee	07/05/12 au 08/07/12	Venue Annulée	Test de validation d'une méthode de prédiction	SE	IIT Kharagpur Inde
Alexis	Delabriere	21/03/13 au 14/06/13	L3 Maths	Initiation aux statistiques: utilisation du modèle linéaire	non rémunéré	U Avignon
Tanguy	Juillan	15/04/13 au 30/06/13	DUT	Performances d'un estimateur de la fonction de dispersion du pollen à partir de données génétiques spatiales	SE	IUT Avignon
Alexandra	Garcin	15/04/13 au 21/06/13	DUT	Modélisation de données pluviométriques	SE	IUT Avignon
Rodolphe	Griset	01/06/13 au 31/08/13	DUT	Comparaison des approches discrètes et continues: individus-centrés	SE	Ecole Centrale Marseille
Loriane	Mendez	01/10/13 au 31/12/13	DU Insertion pro	Analyse de données issues de sciences participatives	SE CiSStats	U Nice-Sophia Antipolis
Pierre	Etheve	06/01/14 au 10/01/14	L1 Frontières du Vivant	Modélisation Mathématique et Informatique d'une colonisation	non rémunéré	U Paris Descartes
Maya	Gueguen	13/01/14 au 20/06/14	INSA Bio-Sicences	Modélisation des trajectoires de lépidoptères dans 1 paysage hétérogène	SE ModEE	INSA Lyon
Virginie	Christophe	24/03/14 au 26/08/14	DUT Génie Biologie	Etude de la toxicité des molécules ou des cocktails de molécules rencontrées sur l'observatoire des colonies d'abeilles de la miellée de lavande	SE	AgroSup Dijon

Ran	Zhao	14/04/14 au 12/09/14	M2 MASS	Caractérisation de la dispersion de groupes de particules dans un air en mouvement gouverné par un modèle de mécanique des fluides	SE ModEE	AMU
Thierno	Kante	05/05/14 au 05/09/14	Master 1 Informatique	Statistiques appliquées: comprendre dans quelle mesure les paramètres liés à la modélisation proposée peuvent être estimés	SE Copacabana	U Lyon 2
Ankush	Kumar	23/05/14 au 25/07/2014	Master of Science Mathematics and Scientific Computing	Modélisation et estimation de l'anisotropie pour les champs aléatoires Gaussien	SE	Indian Institute of Technology Kanpur
Julie	Henry-Barriol	15/12/14 au 20/12/14	Collège 3ème	Initiation en milieu professionnel: Utilisation de modèles numériques	non rémunéré	Collège Roquecoquille Châteaurenard
Ricardo	Carrizo- Vergara	5/1 - 31/1/15 6/4 - 26/6/15	Ingénieur	Modèles spatio-temporels multivariés non symétriques	SE	MinesParisTech
Thibaut	Raymond	02/02/15 au 05/06/15	Bachelor CSIA	Administration de serveurs	SE	IFC Avignon
Kokou	Agbotto	09/03/15 au 04/09/15	M2	Analyse de la distribution spatiale des espèces adventices, indice de Hill, indice similaire, propriétés statistiques	SE ModstatSAP AgroBioSE	U Pau et Pays de l'Adour
Charbach	Soufiane	16/03/15 au 11/09/15	M2	Etudier les propriétés statistiques d'un indice de diversité	UAPV AgroBioSE	U Nice-Sophia Antipolis
Thomas	Boyer	01/07/15 au 01/09/15	L3 informatique décisionnelle et statistique	Analyse statistique des déplacements d'insectes (papillons carpacapse) dans une mosaïque paysagère Résolution d'EDP sur un espace2D pavé par une mosaïque	MECC	U Lyon 2
Boris	Michenski	04/01/16 au 03/07/16	M2 Biologie- agro-santé	Estimation de paramètres de diffusion de populations d'insectes dans un paysage hétérogène à partir d'équations aux dérivées partielles et de données génétiques spatialisées	PEERLESS	U Rennes
Samuel	Groyer	01/02/16 au 18/06/16	Fin d'études ENM	Downscaling statistique de données multivariées spatialisées	Elève Fonctionnaire	Ecole Nationale de la Météorologie
Maxime	Andrzejewski	22/02/16 au 27/02/16	Elève de 2nde	Initiation en milieu professionnel	non rémunéré	Lycée St Joseph Carpentras
Elsa	Decker	22/02/16 au 27/02/16	Elève de 2nde	Initiation en milieu professionnel	non rémunéré	Lycée St Joseph Carpentras
Mathilde	Pichot	01/06/16 au 31/08/16	Ingénieur	La diversité de la sole de blé et ses conséquences sur la structure des populations de rouille brune	SE	ENSAI
Lauren	Inchboard	27/6-31/8/16 1/9-4/11/16	Ingénieur en Césure	Modélisation statistique des effets non intentionnels des pesticides sur la biodiversité ordinaire	500 ENI	SupAgro Montpellier

## ANNEXE 7 – Liste des contrats

### 7.1 Contrats de recherche financés en RPAIB

Acronyme du projet	N°	Financier	Rôle de BioSP	Début du contrat	Fin du contrat	Subvention accordée à BioSP
PlantFoodSec	11000483	CE - FP7	sous-contractant	01/02/2011	31/01/2016	21 474
AMIGA	11000537	CE - FP7	sous-contractant	01/06/2013	31/05/2016	17 656
ColonSGS	21000109	ANR	porteur	08/11/2007	07/05/2011	110 000
EpiEvol	21000113	ANR	partenaire	28/12/2007	27/09/2011	15 071
DIGISOL-HYMED	21000194	ANR	partenaire	01/01/2009	30/12/2012	52 442
EMILE	21000226	ANR	resp. WP	01/09/2009	31/08/2013	63 367
MACBI	21000331	ANR	partenaire	01/01/11	30/09/14	18 160
VIRAPHID	21000347	ANR	partenaire	03/01/11	02/10/15	31 449
PROGRAMME APICOLE 11-13	21000378	FranceAgrimer	porteur	01/09/11	31/08/13	145 560
SIM TRACES	21000383	ANR	partenaire	01/01/12	30/06/16	24 270
Suivi de l'action lavande	21000401	Région Rhône-Alpes	porteur	18/05/11	17/05/13	8 087
RESAPI	21000422	ACTA	porteur	01/04/12	30/06/15	7 529
PEERLESS	21000478	ANR	resp. WP	01/01/13	31/12/16	57 059
APIMODEL	21000515	FEAGA - FranceAgrimer	porteur	01/09/13	31/08/16	364 367
TOXPOLLENRA	21000522	Région Rhône-Alpes	porteur	14/03/13	13/03/15	17 040
MECC	21000548	ANR	partenaire	01/01/14	31/12/17	47 850
ExpandTree	21000555	ANR	co-porteur	01/03/14	28/02/17	42 432
BIOFIS	21000611	CIRAD	sous-contractant	01/01/15	31/12/15	43 000
ECOPHYTO 500ENI	21000641	ONEMA	resp. WP	30/06/15	29/06/18	90 000
TOXPOLLEN	21000662	Région Rhône-Alpes	porteur	13/03/15	12/03/17	40 710
XYLELLA	21000679	DGAL	sous-contractant	15/04/16	15/04/17	37872
SMITID	accepté	ANR	porteur	01/11/16	31/10/20	251 529
INNOV'API	soumis	CE - INTERREG	co-porteur			
XF-ACTORS	soumis	H2020	partenaire			
LANDS	soumis	Fond National de la Recherche (Suisse)	resp. WP			

BTH GEORGESCU	21000140	Région Paca		01/12/2007	30/11/2010	42 127
BTH BAYLE	21000321	Région Paca		01/11/2010	30/11/2013	40 862
BTH BOUROTTE	21000446	Région Paca		27/09/12	31/10/15	46 708

## 7.2. Liste détaillée des projets de recherche (inclus les projets sans budget géré à BioSP)

### Projets de recherche Européens et binationaux

**PLANTFOODSEC – FP7-SEC-2010-1-261752**, 2011-2016 (Network of Excellence; Programme Security) [sous-contractant; resp. sci. BioSP: Samuel Soubeyrand; porteur: ML Gullino Univ Turin; budget total: 4.6 M€]

**Projet: PLANT AND FOOD BIOSECURITY**

**Partenaires** : Univ Turin, NIAB UK, FERA UK, Univ Bonn, REC Hongrie, INRA, Imperial College UK, METO Turquie, SPINTO Italie, UNICRI Italie, ARO Israël, Oklahoma state univUSA, Kansas State Univ

**AMIGA - FP7-KBBE-2011-5-289706**, 2011-2016 (Programme Food, Agriculture and Biotechnology) [sous-contractant; resp. sci. BioSP: Samuel Soubeyrand; porteur: S Arpaia, ENEA, Italie; budget total : 6 M€]

**Projet: Assessing and Monitoring the Impacts of Genetically modified plants on Agro-ecosystems**

**Partenaires** : 22 partenaires de 15 pays

**ANR EPIEVOL - 2007-2011** (Programme ANR-BBSRC Biologie Systémique) [partenaire ; resp. sci. BioSP : J Chadoeuf; porteur : D Haydon, Univ Glasgow UK; budget total : 15 071€]

**Projet: A systems biology approach to integrating pathogen evolution and epidemiology**

**Partenaires** : Univ Glasgow, BioSP, CBGP, BGPI

**ANR MACBI- ANR-10-INTB-1705**, 2011-2014 (Programme binational France-Canada) [sous-contractant; resp. sci. BioSP : L Roques; porteur : MA Auger-Rozenberg, URZF Orléans; budget total : 274 305€]

**Projet : Megastigmus et conifères : Biologie de l'invasion**

**Partenaires** : URFM Avignon, URZF Orléans

**ERC READI - ERC-2012-ADG-321186** 2013-2018 (Programme ERC Advanced Grant) [sous-contractant; resp. sci. BioSP : L Roques; porteur : H Berestycki, EHESS Paris; budget total : 1.5 M€]

**Projet : Reaction-Diffusion Equations, Propagation and Modelling**

**Partenaires** : EHESS

**ANR EXPANTREE- ANR- 13-ISV7-0003-01** 2014-2017 (Programme binational France-Portugal – FCT/ANR) [co-animateur ; resp. sci. BioSP : E Klein ; co-porteur : C. Garcia, CIBIO, Porto ; budget total : 158 719€]

**Projet: SPATIO-TEMPORAL COLONIZATION PATTERNS IN EXPANDING TREE POPULATIONS: an integrated genetic and genomic approach**

**Partenaires** : CIBIO – Porto, CSIS – Séville, SBS – Aberdeen, URFM

**DESIRE – ERANET-MED NEXUS-14-049**, 2016-2018 [sous-contractant ; resp. sci. BioSP : D. Allard ; porteur : A Tripolitsiotis, Tech Univ Crete; budget France: 80 k€]

**Projet : Design of Desalination systems based on optimal usage of multiple Renewable Energy Sources**

**Partenaires** : Technical University of Crete (Chania, Grèce), Space Geomatica Ltd (Grèce), U. Rennes 1 (France), U. of Tunis El Manar (Tunisie)

### Projets de recherche ANR

**ANR ColonSGS - ANR-07-JCJC-117** 2007-2011 (Programme ANR JCJC) [animateur ; resp. sci. BioSP : E Klein; budget total : 110000€]

**Projet : ColonSGS: Mise en place d'une structure génétique spatiale au cours d'une colonisation : modèles mathématiques et cas d'études chez deux espèces forestières (cèdre et hêtre)**

**Partenaires** : BioSP, URFM, I2M Marseille

**ANR Digisol-Hymed - ANR-08-BLANC-0284**, 2009-2012 (Programme Blanc 2008) [partenaire; resp. sci. BioSP : P Monestiez porteur : xx; budget total : 475 656€]

**Projet : Cartographie Numérique des Sols par imagerie hyperspectrale pour la modélisation environnementale en région méditerranéenne**

**Partenaires** : IRD, INRA Avignon

**ANR Viraphid - ANR-10-STRA-0001** 2011-2015 (Programme SYSTERRA 2010) [partenaire ; resp. sci. BioSP : J Chadoeuf; porteur : N Boissot, GAFL, INRA Avignon; budget total : 859 986€]

**Projet : Comment utiliser les résistances des plantes pour gérer durablement l'évolution des virus et des pucerons ?**

**Partenaires :** GAFL, CBGP, BioSP, PV

**ANR EMILE - ANR-09-BLAN-01**, 2009-2013 (Programme BLANC 2009) [partenaire; resp. sci. BioSP : S Soubeyrand; porteur : JM Cornuet/R Vitalis, CBGP, Montpellier; budget total : 236 381€]

**Projet : Etude de méthodes inférentielles et logiciels pour l'évolution**

**Partenaires :** CBGP INRA Montpellier, BGPI CIRAD Montpellier, I3M-UMII, BioSP

**ANR SIM TRACES - ANR-11-CESA-0008**, 2012-2015 (Programme CESA 2011) [partenaire; resp. sci. BioSP : C Bruchou; porteur : C Nguyen, Bdx; budget total : 439 717€]

**Projet : Simulateur numérique de l'accumulation par les cultures des éléments traces minéraux contaminants du sol**

**Partenaires :** TCEM Bordeaux, LSE Nancy, AgroClim, PSH, BioSP

**ANR PEERLESS - ANR-12-AGRO-006** 2013-2017 (Programme AgroBiosphère 2012) [responsable de WP; resp. sci. BioSP: E Klein; porteur: P Franck, PSH, INRA Avignon; budget total: 806 768€]

**Projet: Predictive Ecological Engineering for Landscape Ecosystem Services and Sustainability**

**Partenaires :** INRA Avignon, INRA Rennes, INRA Dijon, INRA Grignon, INRA Angers

**ANR MECC - ANR-13-ADAP-0006** 2014-2017 (Programme Adaptation 2013) [partenaire; resp. sci. BioSP : E Klein; porteur : O Ronce/I Chuine, ISEM/CEFE, Montpellier; budget total : 470 892€]

**Projet : Mécanismes de l'adaptation au Changement Climatique: comment plasticité phénotypique, micro-évolution et migration affecteront-elles la phénologie des arbres forestiers ?**

**Partenaires :** ISEM – UM II, CEFE Montpellier, BioGeco INRA Bordeaux, URFM INRA Avignon

**ANR NONLOCAL - ANR-14-CE25-0013**, 2014-2019 (Programme Défi de tous les savoirs 2014) [associé sans budget; resp. sci. BioSP : J Coville; porteur : F Hamel, I2M, AMU; budget total : 538 507€]

**Projet : Phénomènes de propagation et équations non locales**

**Partenaires :** BioSP, AMU, CNRS, CAMS, EHES

**ANR MODEVOL – ANR-13-JS01-0009**, 2014-2017 (Programme JCJC - Mathématiques et interactions 2013) [associé sans budget; resp. sci. BioSP : J Coville; porteur : G. Raoul, CNRS-CEFE; budget total : 50 000€]

**Projet : Modèles mathématiques pour la biologie évolutive**

**Partenaires :** BioSP, CEFE, INRIA, ENS Cachan

**ANR SMITID –**, 2014-2017 (Programme JCJC -) [porteur; resp. sci. BioSP et porteur : S. Soubeyrand; budget total : 50 000€]

**Projet : Méthodes Statistiques pour Inférer les Transmissions de Maladies Infectieuses à partir de Données de Séquençage Haut-Débit**

**Partenaires :** BioSP,

#### Projets de recherche Ministères

**LAVANDES** - 2011-2013 (Programme communautaire Apicole 2011-2013– France AgriMer) [animateur; resp. sci. et porteur BioSP : A Kretzschmar; budget total : 291 120 €]

**Projet : Quantification des conditions environnementales, populationnelles et sanitaires, favorables aux ruchers pour pallier l'affaiblissement des ruchers sur lavandes par le suivi de l'observatoire**

**Partenaires :** BioSP, Abeilles et Environnement, ADAPI

**APIMODEL** - 2013-2016 (Programme communautaire Apicole 2014-2016– France AgriMer) [animateur; resp. sci. et porteur BioSP : A Kretzschmar; budget total : 728 733 €]

**Projet : Modélisation fonctionnelle de l'activité des colonies d'abeilles pour caractériser des seuils de dysfonctionnement à l'échelle du rucher. Généralisation à partir de la miellée sur lavandes**

**Partenaires :** BioSP, Abeilles et Environnement, ADAPI, ADARA

**500ENI** - 2015-2017 (Programme Ecophyto - ONEMA) [animateur ; resp. sci. BioSP : P Monestiez; budget total : 90 000€]

**Projet : Proposer une méthodologie pour l'analyse statistique des données issues du réseau de surveillance des effets non-intentionnels sur la biodiversité**

**Partenaires :** ONEMA, BioSP

**Xylella** - 2016-2017 (Programme 206, sous-action N°10-01 DGAL - SPE) [Resp Projet C.Lannou; resp. sci. BioSP: S Soubeyrand; budget total: 239 456€]

**Projet: Etude du comportement des souches présentes en France, surveillance et lutte contre Xylella fastidiosa**

**Partenaires:** UMR CBGP, BioSP, Institut de Recherche en Horticulture et Semences (IRHS)

#### Projets de recherche Collectivités Territoriales et partenaires socio-économiques

**RESAPI** – 2012-2015 (Programme Apicole 2011) [animateur ; resp. sci ; porteur BioSP : A.Kretzschmar; budget total : 86 000€]

**Projet : *Mise en place d'un réseau prototype de ruchers ateliers pour expérimenter, se concerter et innover (RésAPI)***

**Partenaires :** ACTA, ITSAP, Abeilles-Environnement, BioSP

**TOXPOLLENRA** - 2013-2015 (Programme REGION Rhône-Alpes) [animateur; porteur; resp. sci. BioSP: A.Kretzschmar; budget total: 28 400€]

**Projet : *Evaluation de l'effet des contaminations des pollens dur l'activité des colonies d'abeilles pendant la miellée de lavandes en Drôme provençale.***

**Partenaires:** BioSP, Abeilles Environnement

### Projets de recherche Métaprogrammes

**PCLIM** - 2011-2014 (Méta-Programme ACCAF) [partenaire; resp. sci. BioSP : L Roques; porteur : A.Roques; budget total : 42 000€ dont 3000€ pour BioSP]

**Projet : *Constitution d'un Réseau multidisciplinaire euro- méditerranéen de recherches sur la réponse adaptative au changement climatique des processionnaires et de leurs organismes associés- Acronyme : PCLIM***

**Partenaires :** URZF, Biogeco, UEFM, CBGP, BioSP

**VIGIEMED** - 2012-2014 (Méta-Programme ACCAF) [co-animateur ; resp. sci. BioSP : D Allard; porteur : A. Chanzy EMMAH Avignon; budget total : 186 848 € dont 11,500 € pour BioSP]

**Projet : *Impact des Changements climatiques à l'échelle régionale et adaptation par la distribution spatiale des ressources hydriques et des systèmes de production végétale.***

**Partenaires :** EMMAH, INRA PACA, Ecodev, INRA PACA, URFM INRA PACA, MIA Toulouse, UMR MIA 518 INRA-AgroParisTech

**TAKECONTROL** - 2013-2016 (Méta-Programme SMACH) [partenaire ; resp. sci. BioSP : R. Senoussi, J. Coville; porteur : B Moury, PV Avignon; budget total : 97 500€ dont 9 000€ pour BioSP]

**Projet : *Deployment strategies of plant quantitative resistance to take control of plant pathogen evolution.***

**Partenaires :** GAFL, Pathologie Végétale, BioSP, BIA Tlse

**COPACABANA** - 2013-2015 (Méta-Programme SMACH) [partenaire; resp. sci. BioSP: O Martin; porteurs: M.Gosme, U.Agronomie Grignon -S.Poggi, IGEPP Rennes; budget total: 70 000€]

**Projet : *Comment décrire le PAYSAGE pour CARACTÉRISER son effet sur les BioAgresseurs et ennemis NATURELS?***

**Partenaires:** UR Agronomie, Pathologie Végétale, IGEPP, BioSP, CBGP

**EPIDEC** - 2013-2015 (Méta-Programme SMACH) [partenaire; resp. sci. BioSP: S.Soubeyrand; porteur: C.Moris, Pathologie Végétale Avignon; budget total: 61 000€ dont 4000€ pour BioSP]

**Projet : *Building a framework to predict disease risk in the CROP and Climate scenarios of the coming decades***

**Partenaires:** PV, BioSP, EPHYSE, Ecodev, GAFL

**COPAIRNIC** - 2014-2015 (Méta-Programme SMACH) [partenair; resp. sci. BioSP: O Martin; porteur: C.Leyronas Pathologie Végétale Avignon; budget total: 38 520€ dont 8000€ pour BioSP]

**Projet : *Comprendre et prendre les epidemies de pourriture grise dues à Botrytis Cinerea: vers un système d'alerte des risques épidémiques***

**Partenaires:** Pathologie Végétale, BioSP, Ecodev

**Riz Eternel** - 2014-2017 (Méta-Programme SMACH) [partenaire ; resp. sci. BioSP: S Soubeyrand; porteur: E.Fournier BGPI Montp; co-porteur F.ColenoSADAPT Versailles; budget total: 75 000€]

**Projet : *Une étude de cas d'un système de culture durable: les rizières des terrasses d'YuanYang, Chine***

**Partenaires:** BGPI, SADAPT Versailles, SAVE Bdx

**BECOSMACH** - 2016-2019 (Méta-Programme SMACH) [partenaire; resp. sci. BioSP: S.Soubeyrand; porteur : G.Thebaud BGPI;co-porteur P.Courtois LAMETA Montp ; budget total : 50 000€]

**Projet : *Bio-economic optimisation of sharka management accounting for spatiotemporal***

**Partenaires:** BGPI, LAMETA Montp, BioSP, BFP Bdx,

### Projets de recherche Départements INRA

**DisconDyn** - 2012-2013 (AAP MIA) [resp. sci. BioSP : L. Roques, O. Bonnefon ; budget: 2000€]

**Projet : *Comparaison des approches discrètes et continues en dynamique des populations***

**Partenaires :** BioSP, I2M (Aix-Marseille Univ.)

**ModEE** - 2013-2015 (AAP SPE) [resp. sci. BioSP : S.Soubeyrand ; Animateur : B.Thebaud BGPI Montp ; budget: 30 000€]

**Projet :** *Inférence épidémiologique spatialisée basée sur la sélection de modèles théoriques de dispersion homogène ou hétérogène et d'évolution moléculaire*

**Partenaires:** BioSP, Pathologie Végétale, BGPI

**HYBRID** - 2014-2015 (AAP MIA) [resp. sci. BioSP : L. Roques, O. Bonnefon ; budget: 2000€]

**Projet :** *Modèles hybrides discrets/continus pour la dynamique des populations*

**Partenaires :** BioSP, I2M (Aix-Marseille Univ.)

**DISPERSION GROUPEE**- 2010-2012 (AAP SPE) [resp. sci. BioSP : S. Soubeyrand; budget: 20 000€]

**Projet :** *Développer un cadre conceptuel et méthodologique pour représenter la dispersion groupée de propagules en épidémiologie et écologie.*

**Partenaires :** BioSP, BIOGER

## ANNEXE 8 – Personnel de l'unité prévu au 1<sup>er</sup> janvier 2018

**HCERES**  
Haut conseil de l'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Vague C :  
campagne d'évaluation 2016 - 2017  
Dossier d'évaluation des unités de recherche  
Données du prochain contrat

Liste prévisionnelle des personnels de l'unité au 1<sup>er</sup> janvier 2018, hors doctorants.

à classer par ordre alphabétique

Nomenclatures à respecter, voir :  
feuille MenuAR (corps-grades)  
feuille UAI\_Etat\_Org (UAI établissements-organismes)

Type d'emploi (1)	Nom	Prénom	H/F	Date de naissance (LJMMMAA) (A)	Corps-grade (1)	Disciplines HCERES / Branches d'Activités Professionnelles (BAP) (2)	HDR (3)	Etablissement ou organisme employeur (4)	Code UAI de l'établissement ou organisme employeur (5)	Ministère(s) de tutelle (6)	N° de l'équipe interne du prochain contrat, le cas échéant (7)	N° de l'unité d'origine, le cas échéant (8)	Signature des personnels
Ch_It	ALLARD	Denis	H	10/10/1965	DR1	ST1 Mathématiques	OUI	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
AP_It	BONNEFON	Olivier	H	10/5/1973	IR	E - Informatique, Statistique et Calcul Scientifique (ICS)	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
AP_It	BRUCHOU	Claude	H	21/12/1956	IE	E - Informatique, Statistique et Calcul Scientifique (ICS)	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	CHADOUF	Joël	H	27/10/1955	DR2	ST1 Mathématiques	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	COVILLE	Jérôme	H	19/8/1974	CR1	ST1 Mathématiques	OUI	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	HOUIDE	Loïc	H	13/3/1970	AI	E - Informatique, Statistique et Calcul Scientifique (ICS)	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
AP_It	JOUSLIN	Sylvie	F	22/7/1961	TCH	J - Gestion et pilotage (GP)	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	KLEIN	Eléonore	H	25/10/1972	DR2	SVE1 Agronomie, Biologie Végétale, Ecologie Environnement, Evolution	OUI	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_aut	KRETZSCHMAR	André	H	9/8/1948	DR2	SVE1 Agronomie, Biologie Végétale, Ecologie Environnement, Evolution	OUI	Retraité INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	MARTIN	Olivier	H	30/5/1974	CR1	ST1 Mathématiques	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	MONESTIEZ	Pascal	H	25/5/1953	DR1	ST1 Mathématiques	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	OPITZ	Thomas	H	20/1/1983	CR2	ST1 Mathématiques	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	PAPAIX	Julien	H	10/12/1985	CR2	SVE1 Agronomie, Biologie Végétale, Ecologie Environnement, Evolution	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
AP_It	REY	Jean-François	H	5/12/1982	IE	E - Informatique, Statistique et Calcul Scientifique (ICS)	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
AP_It	RICHARD	Hervé	H	9/2/1958	IR	E - Informatique, Statistique et Calcul Scientifique (ICS)	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	ROQUES	Lionel	H	1/1/1978	DR2	ST1 Mathématiques	OUI	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	SENOUSSI	Rachid	H	19/11/1954	DR2	ST1 Mathématiques	OUI	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
Ch_It	SOUBEYRAND	Samuel	H	17/9/1978	CR	ST1 Mathématiques	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	
AP_It	WALKER	Emily	F	16/1/1982	R	E - Informatique, Statistique et Calcul Scientifique (ICS)	NON	INRA	0755361V	MAAF-MESR		0546	