



**HAL**  
open science

## BGPI - Biologie et génétique des interactions plante-parasite pour la protection intégrée

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. BGPI - Biologie et génétique des interactions plante-parasite pour la protection intégrée. 2014, Montpellier SupAgro, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement - CIRAD, Institut national de la recherche agronomique - INRA. hceres-02033353

**HAL Id: hceres-02033353**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02033353v1>**

Submitted on 20 Feb 2019

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

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



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Biologie et Génétique des Interactions Plante-Parasite

BGPI

sous tutelle des

établissements et organismes :

Centre de coopération Internationale en Recherche

Agronomique pour le Développement - CIRAD

Institut National de la Recherche Agronomique - INRA

Centre International d'Études Supérieures en Sciences

Agronomiques - Montpellier SupAgro





agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3  
novembre 2006<sup>1</sup>,*

- M. Didier HOUSSIN, président
- M. Pierre GLAUDES, directeur de la section  
des unités de recherche

*Au nom du comité d'experts,*

- M. Pierre ABAD, président du  
comité

---

<sup>1</sup> Le président de l'AERES « signe [...], les rapports d'évaluation, [...] contresignés pour chaque section par le directeur concerné » (Article 9, alinea 3 du décret n°2006-1334 du 3 novembre 2006, modifié).



# Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.  
Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité :	Biologie et Génétique des Interactions Plante-Parasite
Acronyme de l'unité :	BGPI
Label demandé :	UMR
N° actuel :	54 (CIRAD)/ 385 (INRA)
Nom du directeur (2013-2014) :	M <sup>me</sup> Claire NEEMA
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M <sup>me</sup> Claire NEEMA

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Pierre ABAD, INRA
Experts :	M. Nadir ALVAREZ, Université de Lausanne, Suisse
	M. Sébastien BAROT, IRD
	M. Vincent DAUBIN, CNRS
	M. Yves MARCO, CNRS
	M. Hervé MONOD, INRA
	M. Christian STEINBERG, INRA (représentant des CSS INRA)
Délégué scientifique représentant de l'AERES :	
	M. Gabriele SORCI



## Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Daniel BARTHÉLÉMY, CIRAD

M. Bruno BLONDIN, Montpellier SupAgro

M. Christian LANNOU, INRA

M. Michel LEBRUN (représentant de l'École Doctorale n°477)



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

L'UMR BGPI est une unité centrée sur des problématiques de phytopathologie, traitant de pathosystèmes d'intérêt agronomique pour les cultures tropicales et méditerranéennes. Les recherches ont pour but de décrire et de comprendre l'émergence et le développement de maladies à champignons, bactéries et virus de plantes cultivées en conjuguant de manière pertinente des approches mécanistiques, évolutives et populationnelles. Située sur le Campus de Baillarguet, elle émane d'un rapprochement et de la relocalisation d'équipes CIRAD, INRA et Montpellier SupAgro, opération réalisée en 2004 avec une migration sur le site de l'ensemble des équipes en 2006. La période quinquennale 2008-2013 a permis de stabiliser cette structure autour de 7 équipes. Disposant d'un dispositif de recherche privilégié dans les Suds, cette entité est maintenant bien identifiée dans le paysage national et occupe une place originale en combinant à la fois une production de connaissances d'excellente qualité et des aspects applicatifs et de transferts surtout à vocation tropicale.

### Équipe de direction

L'unité a eu un changement important dans la responsabilité de son équipe de direction lors du dernier quinquennal. Tout d'abord assurée par M. Philippe ROTT (CIRAD), elle a en juillet 2013 changé de responsable suite au départ de l'unité de ce dernier et l'arrivée de M<sup>me</sup> Claire NEEMA (Montpellier SupAgro). La nouvelle directrice assure depuis cette fonction avec l'aide d'un DU adjoint, M. Didier THARREAU (CIRAD). Cette direction est proposée pour le prochain contrat quinquennal.

### Nomenclature AERES

Domaine disciplinaire principal : SVE Sciences du vivant et environnement

Domaine disciplinaire secondaire 1: SVE1\_LS2 Génétique, génomique, bioinformatique

Domaine disciplinaire secondaire 2 : SVE1\_LS6 Immunologie, microbiologie, virologie, parasitologie

Domaine disciplinaire secondaire 3 : SVE2\_LS8 Evolution, écologie, biologie des populations

Domaine disciplinaire secondaire 4 : SVE1\_LS1 Biologie moléculaire et structurale, biochimie



### Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3 (2,8)	3 (2,8)
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	36 (35,1)	34,5 (34,3)
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	35,9 (33,9)	37,9 (34,9)
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2	
<b>N6</b> :Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	11	2
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>87,9 (84,8)</b>	<b>77,4 (74)</b>

*Les effectifs entre parenthèses représentent les équivalents temps plein (ETP)*

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	17	
Thèses soutenues	20	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	11	
Nombre d'HDR soutenues	6	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	13	14

## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

L'unité BGPI est structurée en 7 équipes avec un personnel permanent de 75 agents et développe des activités de recherche centrées sur la problématique de la santé des plantes en lien avec les pays méditerranéens et des Suds. Cette thématique est déclinée, à différents niveaux d'études complémentaires, avec l'ambition de conduire une approche intégrée balayant le continuum gène-individu-population-agroécosystème. Tant du point de vue de la production scientifique, que du rayonnement au plan national et international, le bilan global de l'unité est très positif. Au cours de ce contrat quinquennal la mixité des cultures CIRAD, INRA et Montpellier SupAgro a porté ses fruits. Ceci se traduit par une stabilisation de l'organisation et une belle dynamique scientifique. L'unité a démontré son efficacité à se positionner efficacement sur des appels d'offre compétitifs et à développer des projets collaboratifs durables avec le monde socio-économique, notamment le secteur privé, l'interprofession en lien avec les filières centrées sur les problématiques des régions méditerranéennes et des Suds. Le projet proposé est réaliste et



centré sur les points forts des équipes et sur des modèles biologiques pertinents. Il serait souhaitable qu'il soit davantage intégratif au sein de l'unité afin de stimuler la transversalité inter-équipes, source possible de champs de recherches innovants pour la gestion de la santé des plantes.

### Points forts et possibilités liées au contexte

- Le rassemblement de compétences multi-disciplinaires autour de la problématique de la santé des plantes à vocation méditerranéenne et vers les Suds avec la volonté d'appréhender les différents niveaux d'échelle biologique : du gène à l'agro-système et de les intégrer par des démarches de modélisation mathématique et statistique ;
- Son dynamisme, ses capacités de mobilisation, son attractivité avec une bonne mixité des cultures des trois organismes de tutelles renforcée par des relations humaines positives au sein de l'unité ;
- Son excellente reconnaissance, nationale (plusieurs projets ANR) et internationale (très nombreuses collaborations notamment vers les Suds, et une implication forte de doctorants et post-doctorants étrangers) ;
- La pertinence des modèles étudiés et l'émergence d'équipes à forte visibilité au niveau international ;
- Sa production scientifique en nette progression par rapport au contrat précédent avec plusieurs percées remarquables publiées dans des journaux à haut facteur d'impact ;
- Sa forte implication dans la formation pour et par la recherche et dans la diffusion des connaissances.

### Points faibles et risques liés au contexte

- Un déficit en personnel habilité à diriger des recherches et son absence d'investissement au niveau des filières de l'École Doctorale (ED) dans laquelle l'unité émerge ;
- Un éloignement des sites de recherche de Montpellier et un système d'organisation de l'organisme hôte contraignant (accès aux locaux restreint dans le temps, disponibilité des services d'appui) ne facilitant pas souvent la bonne fluidité des activités de recherche, d'expérimentation et de formation ;
- La présence de petites équipes fragiles avec de bonnes activités vers les Suds mais qui restent peu visibles au niveau international ;
- Un projet d'ensemble de l'unité qui gagnerait en synergie si les travaux des équipes étaient davantage intégrés dans une réflexion stratégique globale ;
- Une interrogation sur la pérennité des outils concernant les activités de transfert (quarantaines plantes) ou les activités de recherches (plateaux de serres) compte tenu des départs programmés ou des coûts élevés, alors même qu'ils représentent des éléments déterminants du rayonnement et de la qualité des activités de recherche de l'unité ;
- Une attractivité scientifique qui doit s'organiser de manière à être compatible avec les bonnes conditions d'activités de recherche des personnels actuellement présents dans l'unité.

### Recommandations

L'unité BGPI a atteint une visibilité scientifique au niveau international sur bon nombre de ses problématiques de recherche. Elle doit continuer à investir dans l'excellence ses projets de recherche tout en confortant ses missions et activités de transfert vers les Suds. Le comité d'experts recommande :

- de tirer partie de la notoriété acquise de l'unité et de son implication dans les réseaux pour continuer à attirer des chercheurs de haut niveau ;
- d'approfondir ses réflexions pour que les interactions entre équipes soient renforcées. L'unité gagnerait certainement en mettant en place une animation scientifique active autour d'axes permettant de débattre, sur des modèles pertinents communs, d'idées et d'approches traitant de dimensions et d'échelles multiples ;
- de mobiliser la communauté scientifique de l'UMR dans le domaine de la génétique et dynamique des populations, sur des approches plus intégrées, où des attentes fortes existent en modélisation (épidémiologie) ;
- d'avoir une politique plus volontariste dans l'animation au sein des filières de l'ED afin de davantage attirer les doctorants et de conforter son image et son statut au sein de l'ED ;



- d'encourager les jeunes chercheurs à obtenir leur habilitation à diriger des recherches et à prendre des responsabilités scientifiques pour qu'ils puissent postuler à des appels d'offre compétitifs ;
- de maintenir la bonne dynamique de travail des personnels actuellement dans l'unité tout en renforçant l'attractivité scientifique de l'unité ;
- de veiller à ce que les établissements de tutelles prennent en compte les demandes faites par l'unité en matière de recrutement de personnels techniques (quarantaines) et scientifiques pour renforcer certaines compétences notamment en bioanalyse des données de séquençage ;
- de veiller à ce que la tutelle qui héberge l'unité (le CIRAD) continue ses efforts pour faciliter la fluidité des activités des chercheurs et des personnels techniques sur le site et que son mode d'organisation (accès aux locaux, aux services d'appui à la recherche) soit pensé en premier lieu en fonction d'une efficacité optimale au service du projet scientifique de l'unité.

### 3 • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'unité BGPI développe des projets de recherches d'un excellent niveau sur les mécanismes moléculaires et cellulaires des interactions plante - agent pathogène - vecteur, l'épidémiologie et la biologie des populations phytopathogènes. En s'intéressant principalement aux modèles d'intérêt en agriculture tropicale et méditerranéenne, elle répond aux missions et recommandations des tutelles. La production scientifique globale sur la période écoulée est excellente et en progression significative depuis 2007. Ainsi 212 articles, dont 192 (en moyenne 38 par an) dans des revues à comité de lecture, ont été publiés par les chercheurs et enseignants-chercheurs, soit environ 1.5 article par scientifique et par an. Cette progression scientifique doit encore être encouragée à l'avenir. 54 % de ces articles ont été publiés dans des revues qui sont considérées comme de notoriété exceptionnelle ou dans le premier quartile de leur discipline. Il faut noter une augmentation du nombre de publications (10 au total) à fort impact (IF>8) dans des revues généralistes ou qui font référence dans le domaine des interactions plantes-micro-organismes (PLoS Pathogens, Plant Cell,...). L'aspect pluridisciplinaire des activités de l'unité est reflété par un nombre de champs disciplinaires important couvert par ces publications.

L'ouverture de l'unité à l'international, en particulier les pays du sud, se concrétise par une production scientifique à plus de 60 % avec un pays étranger dont 33 % avec un pays du Sud et 12 % avec un pays méditerranéen.

Dans l'ensemble, l'UMR BGPI affiche une excellente expertise dans les domaines d'études qui sont les siens (tropical et méditerranéen), reconnue à l'échelle nationale. Les aspects de gestion d'organisme de quarantaine et de diagnostic contribuent à sa visibilité, lui donnant une position sans équivalent en France. Au cours du contrat quinquennal plusieurs percées significatives ont été obtenues dans l'UMR BGPI. Elles concernent (i) la transmission, la dynamique et l'évolution des populations virales, (ii) la dispersion des populations de champignons avec la mise au point de méthodes génériques, (iii) le mode de fonctionnement des gènes de résistance du riz et l'étude fine de l'interaction entre les effecteurs d'un champignon et les cibles de la plante.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'UMR BGPI a un excellent niveau de collaborations scientifiques aux niveaux national, européen et mondial. Ceci est illustré par les financements obtenus au travers de 8 contrats nationaux avec la coordination de 3 projets ANR et au niveau international avec la coordination d'un Work Package (WP) dans un projet européen et le financement d'un projet par la Bill&Melinda Gates Challenge Explorations program Agriculture. L'unité est bien implantée au niveau international avec la participation à 11 réseaux avec la coordination de 4 d'entre-eux. Cet excellent rayonnement est également attesté par plus d'une soixantaine d'invitations à des colloques internationaux et par la participation à l'organisation de 7 conférences internationales et 2 écoles-chercheurs, avec cependant des disparités notables entre équipes.

Cette reconnaissance de l'unité s'est traduite également par l'accueil de 2 chercheurs invités sur les problématiques de la vexion virale par les insectes. Même si l'unité présente une très bonne capacité à attirer et/ou à recruter des chercheurs et des techniciens (respectivement +4 et +8 sur les 3 dernières années), dans un contexte où la règle générale est plutôt l'érosion des dispositifs surtout dans le domaine technique, elle devrait encore accroître son degré d'ouverture sur la communauté internationale, notamment en direction des pays du Sud avec le développement d'une politique de recrutement de post-docs plus volontariste. Il est à noter un joli taux de succès des postulants de l'unité aux bourses International outgoing fellowship Marie Curie (2 bourses) qui permettra, lors du retour du chercheur dans l'unité, d'impulser une nouvelle dynamique scientifique.

Sur un tout autre plan, les chercheurs de la tutelle CIRAD se trouvent parfois en difficulté auprès de leur tutelle lors de réponses à des appels à projets nationaux, par exemple l'ANR, où leur participation dans les projets est peu reconnue, voire vécue par la tutelle comme étant contre-productive, ce qui peut obérer la dynamique scientifique de l'unité dans les années à venir.

#### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Si la production de connaissances présente l'activité centrale de l'UMR BGPI, le transfert des connaissances vers le secteur socio-économique reste une préoccupation prégnante pour la majorité des équipes. L'UMR BGPI a un niveau de collaborations substantiel avec le monde industriel comme l'atteste la prise de 5 brevets principalement en



relation avec la résistance des céréales, l'obtention d'une bourse CIFRE ou encore la collaboration avec les instituts techniques. Les quarantaines de plantes (canne à sucre, igname et banane) contribuent à la visibilité des travaux de l'unité et au développement des centres de ressources biologiques. Elles représentent par ailleurs une source de financement importante pour l'unité et le CIRAD.

L'accréditation comme laboratoire de référence au niveau international pour le diagnostic viral des bananiers, avec les expertises diverses et la forte collaboration avec l'ANSES dans la participation à des essais inter-laboratoires, renforcent la reconnaissance des compétences scientifiques de l'unité.

Sur ces plantes d'intérêt en milieu tropical, l'unité développe une activité remarquable avec de nombreuses missions d'expertise sur le terrain et l'organisation de 5 ateliers de formation dont certaines ont été soutenues par la Commission européenne. Le transfert des connaissances vers les Suds est attesté par une activité soutenue des personnels de l'unité au travers d'actions telles que (i) l'accueil de jeunes chercheurs (9 thésards provenant des Suds), (ii) la conduite de projets en partenariat avec des unités faisant partie d'un dispositif géo-partenarial prioritaire où l'unité BGPI met à disposition ces équipements lourds ou encore (iii) des missions de plus ou moins longue durée d'agents basés à Montpellier dans les unités de ces dispositifs prioritaires.

L'unité doit poursuivre cet effort de renforcement de sa présence dans les Suds en optimisant au mieux les interactions dans son dispositif prioritaire. L'unité a joué également un rôle déterminant dans la conception et la rédaction de recommandations concernant la gestion des épidémies virales de la sharka et de l'enroulement chlorotique.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'unité

L'UMR BGPI est actuellement structurée en 7 équipes et la reconduction de cette organisation est proposée pour le prochain contrat quinquennal. Cette structuration est fonctionnelle et permet aux individus de bien travailler par entités de plus ou moins grandes tailles.

La priorité de l'ensemble des équipes est l'obtention de production de connaissances académiques sur les interactions entre les plantes et leurs agents pathogènes. L'unité se positionne de manière forte sur la compréhension du développement de maladies à virus, bactéries, champignons de plantes cultivées tropicales et méditerranéennes, en développant des approches allant de l'échelle de la molécule à celle du paysage. Quatre équipes s'intéressent aux maladies à virus, deux aux maladies à champignons et une aux maladies bactériennes. Chacune de ces équipes est centrée sur un seul groupe d'agents pathogènes mais l'interaction avec la plante est souvent traitée à des niveaux d'approches différents selon les équipes. L'équipe 7 a un positionnement un peu particulier dans la mesure où elle assure également la réalisation de quarantaines d'espèces végétales au bénéfice des pays du Sud, centrant son action sur le développement de projets liés au diagnostic.

Cette organisation permet à l'unité d'afficher des compétences sur un panel d'espèces de plantes et d'agents pathogènes dont l'importance économique est indéniable et une capacité à mettre en place des approches pluridisciplinaires et multi-échelles. Il faut cependant souligner que certaines équipes présentent des effectifs assez faibles. Compte tenu de l'ampleur et de l'aspect concurrentiel des sujets traités (équipe 3) ou des départs effectifs ou programmés (équipe 7), ces situations pourraient présenter à terme un risque pour le maintien de leur compétitivité/visibilité et pour la pérennité des activités de transfert.

De part sa localisation sur le campus CIRAD de Baillarguet, l'unité BGPI a accès à un dispositif expérimental moderne et fonctionnel de tout premier plan. L'unité dispose également d'un parc de serres, outils précieux et indispensable aux expérimentations, et d'enceintes climatiques aux normes de confinement allant de NS1 à NS3, d'un laboratoire NS2 et d'une plateforme d'imagerie. Tous ces équipements disposent de personnels dédiés et cette organisation est tout à fait pertinente au vu des thématiques développées par l'unité. Il faudra cependant être vigilant aux pertes de compétences techniques dans les années à venir notamment sur l'outil quarantaine.

Pour assurer le pilotage de l'unité, la direction (composée d'une directrice, d'un DU adjoint et d'une assistante de direction) s'appuie sur son collège de direction (composé de la direction et des 7 chefs d'équipes de l'unité) qui se réunit environ toutes les deux semaines pour débattre du fonctionnement général et des éléments stratégiques. L'unité dispose également de deux conseils : le conseil de laboratoire qui se réunit mensuellement sur des sujets liés au fonctionnement collectif de l'unité et le conseil d'unité (composé de membres élus et nommés) qui se réunit au moins deux fois par an pour prodiguer des conseils au collège de direction en matière d'organisation générale et de dynamique de l'unité. De manière exceptionnelle, un conseil d'unité peut être programmé, suivant des règles précises, pour donner un avis sur des questions qui relèvent de ses compétences. De cette organisation résulte une excellente ambiance de travail, dynamique et conviviale, avec une implication très forte du personnel de l'unité dans les projets des équipes.



La politique budgétaire de l'unité est définie par un fonds commun prenant en charge les dépenses relatives au fonctionnement général de l'unité : charges de structures incompressibles liées au fonctionnement des serres, laboratoires et bureaux. Celui-ci est abondé par les tutelles CIRAD, Montpellier SupAgro et INRA. De leur côté, chaque équipe engage les dépenses qui lui sont spécifiques, en gérant notamment l'intégralité des financements obtenus sur projets.

Le travail de mixité des cultures de fonctionnement CIRAD et INRA a bien progressé au cours de la période évaluée. Sur les aspects hygiène et sécurité la mise en place d'un dispositif avec des agents CIRAD et INRA couvre l'ensemble des locaux occupés par les personnels. L'organisation de ce système de prévention est réalisé en cohérence avec le document unique et avec l'appui des services d'Hygiène et Sécurité de ces deux tutelles. Le mode de gouvernance ainsi que la qualité des activités de recherche et de quarantaines de plantes font l'objet d'une certification ISO 9001 depuis 2007. L'UMR BGPI est la première unité mixte de recherche à avoir reçue cette certification en France par AFNOR certification. Cette reconnaissance conduit à une meilleure organisation des processus de recherche, elle rend plus lisible et assure la traçabilité des activités de transferts vers le partenariat de l'unité. Il faut cependant souligner qu'il reste encore des freins à la fluidité des activités de recherche, notamment avec les restrictions d'accès aux bâtiments, voire du campus, ou encore avec les choix d'organisation des services d'appui à la recherche du CIRAD qui entraînent souvent un manque de réactivité ou une lourdeur dans le quotidien des agents, notamment sur les aspects de formation.

L'animation est réalisée sous forme de séminaires internes hebdomadaires qui permettent notamment aux doctorants et post-doctorants de présenter leurs sujets et l'avancée de leurs travaux mais également de pouvoir inviter des intervenants extérieurs (1/3 des séminaires). Une politique volontariste a été mise en place par l'unité dans ce domaine avec un comité d'organisation, un budget dédié, des animations thématiques. La mise en place d'un journal club transcendant les équipes avec une fréquence mensuelle, animé par les doctorants et post-doctorants, traitant de sujets à large portée devrait être bénéfique pour la dynamique scientifique de l'unité. Dans le même esprit, le comité encourage l'unité à davantage structurer son projet scientifique en axes transversaux, qui restent à définir, afin de donner une réalité plus forte à l'approche molécule-population-agro-système sur certains objets études, à l'image de ce qui est déjà réalisé au sein de l'unité sur l'interaction riz-pyriculariose.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'implication dans la formation par la recherche de l'unité est remarquable. Les trois enseignants-chercheurs de l'UMR, appartenant à Montpellier SupAgro, assurent dans le cadre de leur service statutaire des enseignements de pathologie végétale et de protection des cultures au sens large. Les chercheurs sont eux aussi très impliqués dans les formations d'ingénieurs de Montpellier SupAgro dans le cadre des spécialisations « Protection des Plantes et Environnement », et « Génétique et Amélioration des Plantes et Ingénierie végétale Méditerranéennes et Tropicales ». Ils interviennent également dans le parcours « Santé des Plantes » du Master Agronomie et Agroalimentaire de Montpellier Supagro et le Master « Protection intégrée » de l'Université de Liège Gembloux. Ils participent activement (60h) à des enseignements de niveaux M1 et M2 dans différents modules de l'UM2, dont certains ont été conçus par les chercheurs de l'unité, ayant trait à l'écologie et à la biologie évolutive et dans les universités des DOM (Guyanne). Une soixantaine étudiants a été accueillie en stage dont une quarantaine de niveau M1 ou M2. Durant cette même période, l'unité a accueilli 37 doctorants dont 17 en cours. Dans ce cadre, 17 doctorants viennent des pays du Sud et tous les doctorants quelle que soit leur origine ont bénéficié ou bénéficient de financements. La très grande majorité de ces doctorants est rattachée à l'École Doctorale SIBAGHE (n°477). Cette activité de formation par la recherche est en très nette progression par rapport au contrat précédent ; elle témoigne de la dynamique scientifique de l'unité en lien également avec ses missions de renforcement des capacités scientifiques des Suds. Cependant, la représentation de l'unité dans l'animation des filières de l'ED reste faible et mérite d'être renforcée pour davantage attirer les doctorants. Il est nécessaire cependant qu'une clarification soit opérée à propos du financement des bourses doctorales dans l'ED SIBAGHE entre l'UM2 et les autres tutelles. Par ailleurs, le nombre d'HDR de l'unité reste faible, 11 sur un total de 39 chercheurs ou enseignants-chercheurs statutaires avec plusieurs équipes ayant une capacité d'encadrement très limitée. Le comité d'experts se rejouit cependant que plusieurs jeunes scientifiques aient pour objectif de soutenir leur HDR dans le prochain contrat quinquennal. Enfin, il serait souhaitable que l'unité puisse mettre en place un outil pour le suivi des doctorants.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet scientifique global de l'UMR BGPI a pour objectif de comprendre les interactions entre plantes, agents pathogènes et vecteurs en développant des études allant de la molécule au champ en intégrant le niveau population. Cette démarche combinant de multiples dimensions et échelles et conjuguant des approches écologique, évolutive et de modélisation et faisant appel à des méthodes moléculaires au sein d'une même unité, parfois sur des



modèles communs, est un atout de taille favorisant le dialogue et les questionnements réciproques, et garant d'une dynamique scientifique et de ruptures théoriques. L'unité prévoit de conserver sa structuration actuelle en 7 équipes, chacune étant considérée comme le grain opérationnel et le plus fonctionnel pour élaborer ses priorités scientifiques. Le projet global est construit sur les projets en cours les plus intéressants ou les plus prometteurs de chaque équipe. Les équipes possèdent une expertise forte dans la biologie et la génétique des microbes ou des ravageurs impliqués dans les interactions avec la plante ainsi que dans les concepts et les outils moléculaires / génomique ou de biologie des populations. Ces outils sont pour la plupart disponibles à l'UMR BGPI ou ailleurs dans les unités géographiquement proches. Dans ce cadre, il est important de poursuivre les interactions avec les autres unités locales du site de Baillarguet, en particulier le CBGP (Centre de Biologie et de Gestion des Populations) pour développer des projets s'inscrivant dans un même cadre théorique général.

Au cours de la période évaluée, les équipes ont démontré leurs capacités à mutualiser leurs compétences sur des questions de recherche communes comme en témoignent les 27 publications ou ouvrages scientifiques produits en commun. La mise en place d'animations scientifiques focalisées sur des axes transversaux, qui restent à définir, serait un facteur déterminant pour éviter la formation de blocs scientifiques qui semblent co-exister dans l'écrit du projet, et pour réellement assurer la continuité "molécule-population-paysage" afin de pouvoir, sur un nombre de modèles communs, proposer des modes de gestions novateurs. La poursuite de l'approche de méta-génomique notamment dans le cadre du diagnostic est réaliste et novatrice. Elle doit fournir aux laboratoires partenaires de centres de ressources génétiques, les sources de résistances sur lesquelles les sélectionneurs doivent porter leurs efforts.

L'investissement massif dans les approches d'obtention de données à haut débit nécessitera à terme un renforcement des compétences dans le domaine de la bioinformatique (et surtout de la bioanalyse) et l'unité devra veiller à trouver la meilleure solution pour acquérir ces compétences. D'une manière générale, tant par la nature des questions scientifiques proposées que par le dynamisme des actions engagées dans les diverses formes de partenariats, le projet répond pleinement à la création d'une identité d'unité capable de jouer un rôle majeur dans la dynamique d'innovations en santé des plantes pour une agriculture durable dans les pays du Sud et de la Méditerranée.



## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Biodiversité des Badnavirus endogènes et exogènes (2B2E)

Nom du responsable: M<sup>me</sup> Marie-Line CARUANA

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3 (2,8)	3 (2,8)
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2,5 (2,4)	2,5 (2,4)
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> :Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>5,5 (5,2)</b>	<b>5,5 (5,2)</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	3	
Thèses soutenues	3	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées		1



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe 1 "Biodiversité des Badnavirus endogènes et exogènes (2B2E)" s'intéresse à l'origine et la structuration de la diversité génétique des Badnavirus afin de comprendre le rôle de facteurs évolutifs dans l'émergence et l'extension de foyers de maladie. Deux pathosystèmes, le Cacao Swollen Shoot Virus (CSSV) sur cacao et le Banana Streak Virus (BSV) sur banane sont utilisés pour conduire une approche génétique visant à caractériser la diversité des BSV, à préciser le statut (endogène ou épisomal) des séquences de badnavirus isolées de bananier et à étudier la structuration des populations du CSSV. L'analyse de la diversité des badnavirus a permis de définir 3 clades dans un arbre phylogénétique et de proposer un modèle de co-évolution des badnavirus et des bananiers incluant les étapes d'intégration de séquences dans le génome des bananiers ou d'activation des BSV ainsi que le processus de pseudogenisation consécutif à l'intégration. Ce travail est original et abouti à la proposition d'une nouvelle nomenclature des intégrations virales dans les plantes. La caractérisation moléculaire, génétique et cytogénétique des intégrations BSV de 3 principales espèces impliquées dans l'apparition de foyers épidémiques a permis leur localisation dans le génome, l'identification des marqueurs et leur mise à disposition aux équipes d'amélioration génétique des bananes pour générer des bananes sans allèles infectieux. Les résultats de l'analyse par NGS+Northern Blot de petits ADN viraux (vsADN) associés à la présence d'eBSV dans certains génotypes de banane montrent que la plante produit ces vsADN pour contrôler les séquences récentes, peu réarrangées (= clade 1), contrairement à des séquences plus anciennes en cours de pseudogenisation. Ainsi, le bananier utilise des mécanismes différents mais complémentaires pour limiter l'invasion du génome par des séquences parasites (eBSV) et pour contrôler l'infection par des particules virales BSV.

L'équipe a également montré que la structuration du CSSV est monophylétique, comprenant 6 espèces distinctes ancrées dans le clade 2 de l'arbre phylogénétique. Les estimations du taux d'évolution du virus font remonter son apparition en Afrique de l'Ouest bien avant l'introduction du cacaoyer dans les 3 pays (Togo, Ghana et Côte d'Ivoire) concernés par l'émergence de foyers, ce qui pose les questions d'hôtes indigènes à identifier, de sauts d'hôtes et d'évolution adaptative du virus. Les mêmes questions se posent dans l'équipe 5 en ce qui concerne l'émergence de l'oomycète *Phytophthora megakarya*, responsable de la pourriture brune qui ravage également le cacaoyer dans ces pays.

Sur la période, l'équipe a produit 14 articles (+ 3 hors thématique) dans des revues internationales à comité de lecture avec Facteur d'impact (IF), dont la plupart ont un très bon IF (entre 2 et 5,4) et une publication collaborative dans Nature présente un IF de 36. Il faut ajouter 2 revues de synthèse dans des journaux ACL sur la thématique de l'équipe et 4, hors thématique, ainsi que 3 chapitres d'ouvrage en 2008. Les communications orales et sous forme de posters dans des workshops nationaux et internationaux sont également très nombreuses. Ceci permet à l'équipe 1, très dynamique, de proposer des perspectives qui, dans la continuité de la démarche poursuivie jusqu'à lors, sont originales sur le fond et répondent aux missions assignées. Il s'agit par exemple :

- d'évaluer le rôle des intégrations anciennes (fossiles) comme marqueur de phylogénie ;
- d'évaluer le rôle potentiel des eBSV sur la fitness de la plante (génotype B) en conférant un avantage sélectif dans la résistance aux infections virales ;
- d'appréhender différemment les interactions plante-virus : analyse des régulations épigénétiques des BSV et eBSV par comparaison des profils vsRNA chez des hybrides interspécifiques (allèle infectieux vs non infectieux en présence ou absence de maladie) ;
- de proposer d'induire chez la banane une résistance au BSV basée sur l'interférence ARN.
- d'interagir avec l'équipe 5 pour comprendre la co-emergence du virus CSSV et de l'oomycète *Phytophthoramegakaryon* sur cacaoyer en Afrique de l'Ouest.

En conclusion, ce travail réalisé dans le cadre de collaborations internationales avec les pays d'Afrique concernés par le problème des Badnavirus est original et d'excellente qualité, améliorant les connaissances fondamentales sur les étapes évolutives des eBSV dans le génome du bananier et expliquant leur présence actuelle, mais aussi en fournissant aux sélectionneurs des outils pour cibler les sources de résistance. La position de laboratoire international de référence pour le diagnostic viral des bananiers utilisé par l'ANSES souligne la qualité des recherches conduites par cette équipe.



### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe dispose d'une très bonne visibilité internationale. Les activités de recherche de l'équipe sont soutenues par sa participation aux projets:

- Géoscope (2005-2010) : sequencing and molecular mapping of EPRV-BSV banana ;
- CIRAD (2006-2008) : action thématique programme ATP ARNi 02/06 : l'Interférence ARN, une méthode pour l'induction de la résistance chez la plante et l'animal ;
- COST FAO806 (2009-2013) : Plant virus control employing RNA-based vaccines; a novel strategy. Par ailleurs, l'équipe organise les réunions intermédiaire et finale de ce COST ;
- Les bourses de thèses sont obtenues par des financements compétitifs CIRAD et AIRD.

Les 3 chercheurs de l'équipe n'ont pas encore leur HDR mais le prochain mandat devrait permettre de combler au moins partiellement ce manque, ce qui donnera à l'équipe plus de possibilités et d'autonomie pour l'accueil et la formation de thésards, ainsi que pour l'animation en tant que coordonateur de projet.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'équipe a d'excellentes interactions avec l'environnement social, économique et culturel. L'équipe participe très concrètement à la vulgarisation des connaissances et à la fourniture d'outils de diagnostic aux personnes de terrain, en organisant des ateliers de formation, et au diagnostic des virus des bananiers (projet interreg) en rédigeant des guides d'identification des maladies du bananier en République Démocratique du Congo, et en rédigeant un chapitre sur le BSV dans un ouvrage de la FAO.

En outre, l'équipe est reconnue comme Laboratoire international de référence pour le diagnostic viral des bananiers et son expertise est utilisée par l'ANSES lors d'essais inter-laboratoires. En revanche, l'équipe semble répondre plus fréquemment à des appels à projets de type institutionnel qu'à des collaborations avec des partenaires privés.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les chercheurs de l'équipe appartiennent au CIRAD. Ils ne sont donc pas enseignants-chercheurs. Néanmoins, durant le précédent contrat et malgré l'absence d'HDR, l'équipe a accueilli, co-encadré et formé 6 étudiants en thèse dont 3 ont été soutenues, ce qui correspond à une très bonne implication dans la formation par la recherche. De plus, l'équipe accueille régulièrement des étudiants de licence et master et participe à des enseignements de Master à l'Université de Liège Gembloux (10h/an depuis 2005) et Montpellier 2 (2h).

En outre, l'équipe forme au diagnostic des chercheurs étrangers (Afrique) et a rédigé des guides et un ouvrage de chapitre d'identification des maladies du bananier utilisables sur le terrain, en Afrique.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet repose sur 2 axes. Le premier concerne le BSV avec la structuration de la diversité et phylogénie d'une part et les mécanismes de régulations des eBSV d'autre part. Le second axe est à construire avec l'équipe 5 en ce qui concerne le CSSV. Celui-ci est ambitieux mais semble tout à fait réaliste car les bases théoriques et scientifiques posées lors du précédent contrat sont solides. En outre, l'équipe a établi un réseau de collaborations grâce notamment à sa participation à des COST ce qui devrait renforcer son attractivité et assurer la réalisation du projet. Ses interactions avec les pays africains lui permettent de prendre en compte la réalité du terrain et d'entretenir un lien continu entre le caractère fondamental des approches phylogéniques et évolutives d'une part et le caractère plus appliqué relevant du diagnostic d'autre part. Ce caractère appliqué est renforcé par la reconnaissance internationale de cette équipe dans ce domaine, et également par l'identification, grâce à ses approches fondamentales, de sources potentielles de résistance à fournir aux sélectionneurs variétaux.

Les résultats acquis lors du mandat précédent constituent une base solide pour entreprendre les recherches sur la structuration et la phylogénie des BSV en relation avec celle de la banane ainsi que pour aborder les mécanismes de régulation de leur dispersion.

La maîtrise du diagnostic et la formation des personnels sur le terrain permettent d'assurer des aller-retour continus entre le fondamental et l'appliqué.



Le projet d'interaction équipe 5-équipe 1 concernant une approche conjointe concernant l'émergence des foyers de CSSV et de *P. megakarya* sur cacaoyer dans les pays d'Afrique de l'ouest est particulièrement novateur.

Même si on peut regretter qu'il n'y ait pas d'HDR dans cette équipe, le projet pour le contrat quinquennal à venir est excellent.

## Conclusion

- ***Points forts et possibilités liées au contexte :***

L'équipe 1 est dynamique et développe des projets cohérents et originaux sur les interactions BSV-bananier et CSSV-cacaoyer. Ces projets sont en adéquation avec les ressources humaines disponibles. La production scientifique résultante est régulière et d'excellente qualité assurant une visibilité favorable à son attractivité, ce que traduisent les nombreuses collaborations tissées notamment dans les réseaux COST.

- ***Points faibles et risques liés au contexte :***

L'absence d'HDR est un réel point faible de cette équipe.

- ***Recommandations :***

Il est souhaitable que des HDR soient soutenues par les membres de cette équipe durant le prochain contrat afin que celle-ci acquière plus d'autonomie dans la gestion des doctorants et dans l'animation de projets d'envergure nationaux (ANR) et internationaux (UE, Suds).



**Équipe 2:** Interactions Virus/Insecte/Plante (VIP)

Nom du responsable : M. Stéphane BLANC

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	8	8
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	4,8 (3,8)	4.8 (3.8)
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>13,8 (12,8)</b>	<b>12,8 (11,8)</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	4	
Thèses soutenues	7	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4	
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La recherche s'articule autour de deux axes. Le premier concerne l'interaction moléculaire de la transmission du virus à la plante par les insectes vecteurs. L'équipe a produit des avancées majeures dans la compréhension de ces mécanismes moléculaires, en mettant notamment en évidence :



- les processus se produisant au niveau de l'acrostyle, un organe à l'apex des maxillaires des aphides, qu'ils ont été les premiers à identifier il y a 5 ans, et plus particulièrement l'importance de la présence de protéines cuticulaires, dans l'acrostyle, représentant le substrat à la fixation des unités virales ;

- les éléments permettant la production de virions, et plus particulièrement l'intégration de tubuline dans le « corps de transmission », qui intervient au moment de la piqûre par l'insecte.

Le premier axe combine approches moléculaires et expérimentales focalisées sur le Cauliflower mosaic virus (CaMV). Cette recherche se fait en collaboration avec des nombreuses institutions internationales (GB, Irlande, USA), et présente de nombreuses perspectives [par ex. étendre l'étude de ces mécanismes à d'autres virus (par ex. FBNSV), tester l'interaction de l'acrostyle avec les glandes salivaires ou étudier les mécanismes qui permettent au virus d'empêcher la perception du puceron par la plante].

Le second axe traite de la dynamique démographique et génétique des populations virales. Il existe en effet un contraste entre le nombre limité d'unités virales transmises et les milliers de virus colonisant chaque feuille. Cette dernière valeur, appelé MOI lorsque ramenée au nombre de virus par cellule, varie au sein du monde viral, et est également fonction du type d'hôte et du type d'organe infecté. Dans un contexte donné, tandis que certains virus adoptent une stratégie d'exclusion territoriale, d'autres adoptent un comportement grégaire. La complexité des mécanismes à l'œuvre est d'autant plus importante, que le nombre de segments viraux formant le génome viral est important. Les chercheurs de l'équipe 2 ont montré que même au sein de ces virus multipartites, le MOI est régulé de manière stricte. Dans un registre plus évolutif, l'équipe 2 a montré que lors de co-infections, la recombinaison de différentes lignées est un processus fréquent, qui permet de maintenir une certaine diversité génétique dans les populations virales, selon un principe de fréquence-dépendance. D'autre part, il semble exister un lien entre taux de transmission, virulence et nombre d'hôtes du virus. Cet axe se fait également en collaboration avec des institutions à l'étranger (UK) et en France.

Le travail réalisé par cette équipe lors du précédent mandat est très original. L'équipe, composée de 7 chercheurs titulaires, a publié au cours des 5 dernières années, 38 publications, dont 6 dans des journaux avec Impact Factor > 8 dont Nature Communications, Current opinions in microbiology, PLoS Pathogens. Le nombre de conférences données (>80) est également impressionnant et atteste de la volonté de l'équipe à diffuser leurs résultats. La production de l'équipe est soutenue et d'une qualité exceptionnelle.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe possède un réseau dense de collaborateurs nationaux et internationaux. L'équipe a participé à l'organisation de réseaux nationaux et internationaux, ainsi qu'à cinq congrès nationaux et internationaux. Le rayonnement de l'équipe est par ailleurs illustré par sa capacité à attirer de façon régulière des thésards et post-docs. Les membres de l'équipe participent activement à différentes manifestations nationales ou internationales comme en témoigne les très nombreuses communications sur invitation dans des conférences et les nombreuses communications par affiche à différents congrès.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'interaction avec l'environnement social, économique et culturel est bonne et se traduit par un contrat de collaboration avec Gautier-Semences, une société semencière de la région d'Avignon, ainsi qu'une interview avec la radio nationale culturelle allemande.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le rayonnement de l'équipe est illustré par son excellente capacité à attirer de façon régulière des thésards ainsi que des visiteurs. L'implication dans la formation par la recherche est également très bonne avec 11 doctorants et 18 étudiants de master accueillis au cours des 5 dernières années. L'équipe participe également à différents modules d'enseignement sur Montpellier ainsi qu'à de nombreux comités de thèse, HDR ainsi qu'à des jurys de concours.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Concernant les perspectives, les chercheurs de l'équipe souhaitent étendre leurs conclusions en étudiant les mêmes processus chez d'autres virus. Ils souhaitent également poursuivre une approche expérimentale pour tester l'interaction entre stress abiotique et performance des virus. Ces deux objectifs sont cohérents et l'équipe compte



poursuivre ses efforts de recherche de fonds dans différentes institutions tierces. Le projet est original, ambitieux et dans la continuité des recherches réalisées lors du précédent mandat. Il existe des verrous technologiques possibles en ce qui concerne les approches sur les mécanismes moléculaires/ cellulaires de la transmission par insectes vecteurs alors que la prise de risque sur les autres aspects du projet est moins importante.

Le projet repose sur des bases solides avec une remarquable visibilité internationale, de nombreuses collaborations et une excellente attractivité. Ce projet est en adéquation avec le nombre de chercheurs impliqués. Il est important de poursuivre l'effort d'attractivité auprès des doctorants, post-doctorants et chercheurs français et étrangers pour maintenir la dynamique scientifique et interdisciplinaire de l'équipe.

## Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Le travail réalisé par cette équipe lors du précédent contrat est d'une très grande originalité avec une excellente visibilité. La production de l'équipe est soutenue et d'une qualité exceptionnelle. Cette équipe est l'illustration de la bonne mobilisation et intégration des personnels de différentes tutelles sur une problématique qui contribue au rayonnement de l'unité. Le projet est ambitieux et attractif, appuyé sur des éléments convaincants.

- *Points faibles et risques liés au contexte :*

Aucun point faible notable n'a été identifié par le comité d'experts.

- *Recommandations :*

L'équipe doit continuer dans cette dynamique porteuse.



**Équipe 3:**

Génomique et analyse moléculaire de la pathogénie de bactéries phytopathogènes

Nom du responsable : M<sup>me</sup> Monique ROYER

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	4	3
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	0,5 (0,4)	1,5 (1,4)
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>5,5 (5,4)</b>	<b>4,5 (4,4)</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	3	
Thèses soutenues	1	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	1

• **Appréciations détaillées**

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe 3 « Génomique et analyse moléculaire de la pathogénie de bactéries phytopathogènes » utilise le modèle *Xanthomonas albilineans* pour comprendre les mécanismes moléculaires responsables de la pathogénicité chez les plantes. Les thématiques de l'équipe se déclinent en trois axes : le premier concerne l'étude des petites molécules interagissant avec la plante et jouant probablement un rôle dans la pathogénicité ; le deuxième consiste en l'analyse des séquences génomiques des *Xanthomonas* et apparentées ; le troisième cherche à mieux caractériser les



mécanismes de la pathogenèse *via* l'étude *in planta* et l'identification d'autres gènes impliqués par des approches de mutagenèse. Les approches développées sont donc à la fois biochimiques, avec l'étude des petites molécules interagissant avec la plante, bioinformatiques avec le séquençage et l'analyse comparative des génomes de bactéries *Xanthomonas* et apparentées, et génétiques par l'analyse de mutants et leur caractérisation phénotypique.

Le succès de l'équipe dans ces différentes voies s'illustre concrètement par le dépôt d'un brevet, en partenariat avec l'Allemagne, sur une méthode de synthèse de l'albicidine, l'un des petits peptides produits par *Xanthomonas albilineans* ayant une activité antibiotique, et jouant probablement un rôle clé dans la pathogénicité.

Le séquençage, par l'équipe, du premier génome de *Xanthomonas albilineans* a également été une grande avancée pour l'étude de ce pathogène de la canne à sucre. Il a permis notamment d'identifier un certain nombre de systèmes candidats dans l'interaction avec les plantes, comme le locus META-B qui se retrouve partagé, sous des formes différentes, par plusieurs espèces pathogènes de plantes diverses. Un autre gène candidat pour un rôle dans le pouvoir pathogène de *X. albilineans*, le gène *ompA*, a été mis en évidence par l'équipe. Il est également très fréquemment trouvé chez d'autres espèces bactériennes et sa caractérisation fonctionnelle chez les *Xanthomonas* pourrait intéresser d'autres modèles bactériens. L'équipe a également développé des techniques permettant de caractériser et de typer la diversité des espèces apparentées à *X. albilineans*, avec des applications possibles dans le diagnostic.

Sur la période 2008-2013, l'équipe a produit 17 articles dans des revues internationales à comité de lecture avec Facteur d'Impact (IF), dont la plupart ont un excellent IF (entre 2 et 5). Les autres types de communications sont également très nombreux. La production scientifique peut ainsi être qualifiée d'excellente.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe a un très bon rayonnement international. L'équipe a participé à plusieurs projets européens (ANR/DFG « Albilineans » et Marie-curie « Xagenomics ») et nationaux (ANR Investissement d'avenir « Xanthomonapeptides » notamment) et elle est également membre de plusieurs réseaux nationaux (réseaux INRA/CIRAD FNX - French Network on Xanthomonas) et internationaux (Action COST « Chemistry and target identification of natural products » et « International Society of Sugar Cane Technologists »).

L'attractivité de l'équipe pendant la période 2008-2013 est illustrée par la visite de deux chercheurs étrangers (USA et Australie) pour des séjours de quelques mois. L'équipe a établi des liens forts notamment avec l'Université de Floride et l'Université technique de Berlin, qui se sont concrétisés par l'obtention de financements et le dépôt de brevets communs.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'équipe a une très bonne interaction avec l'environnement social, économique et culturel. Elle contribue à la vulgarisation des connaissances concernant les pathogènes de la canne à sucre, ainsi qu'au développement d'outils de diagnostic et de lutte contre ces maladies. Un brevet a été déposé, en collaboration avec l'Allemagne, pour la synthèse biochimique d'un des peptides clés impliqués dans la pathogénicité de *X. albilineans*. Le procédé permet la synthèse en grande quantité de ce nouvel antibiotique, qui pourrait intéresser l'industrie pharmaceutique.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe ne comprend pas d'enseignant-chercheur. Un titulaire d'HDR supervise deux thèses en cours, et deux autres thèses ont été soutenues depuis 2008. Plusieurs étudiants au niveau Master ou BTS ont également été accueillis depuis 2008. Globalement, l'appréciation de l'équipe sur ce critère peut être qualifiée de très bonne.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet est très bon et repose sur la poursuite des trois axes existant dans l'équipe, à savoir :

i) l'étude des petites molécules interagissant avec la plante et notamment la caractérisation du produit du locus META-B identifié par l'équipe chez *X. albilineans*. Cet axe repose en grande partie sur les liens existant entre l'équipe et l'équipe du Pr. Süßmuth à Berlin ;



ii) L'analyse des séquences génomiques des *Xanthomonas* et apparentées afin d'identifier des gènes susceptibles de jouer un rôle dans le pouvoir pathogène. L'équipe prévoit de développer des approches de RNAseq afin de compléter ces données de génomique comparative ;

iii) Finalement, l'équipe prévoit également de poursuivre l'analyse de mutants pour identifier des gènes candidats. Le maintien de ces approches complémentaires pour cerner les mécanismes de la pathogénicité chez *X. albilineans* paraît très pertinent. Même si le projet paraît réalisable, l'effectif de l'équipe, avec le départ d'un chercheur titulaire en 2013, paraît faible au regard de la diversité des approches envisagées.

## Conclusion

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

La recherche de cette équipe est de très bonne qualité, avec une large palette d'approches pour caractériser la pathogénicité de *X. albilineans*. Les applications potentielles de ces recherches sont importantes dans la lutte contre ce pathogène de la canne à sucre, mais aussi pour d'autres espèces de bactéries pathogènes des plantes, et même dans des domaines extérieurs tels que la médecine (participation à un brevet de production d'un antibiotique).

### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

La taille de l'équipe, réduite depuis juin 2013, pose la question de la possibilité de mener de front l'ensemble des recherches proposées (biochimie des petites molécules, analyse comparative des génomes et l'analyse phénotypique des mutants de *X. albilineans*).

### ▪ *Recommandations :*

Certains thèmes de recherche semblent reposer en partie sur des collaborations de l'équipe avec d'autres laboratoires. Le comité d'experts encourage cette démarche.



**Équipe 4:** Interactions Céréales-Agents Pathogènes (ICAP)

**Nom du responsable :** M. Jean-Benoît MOREL

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1	1
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	4 (3,8)	3
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2,3 (2,2)	3,3 (3,2)
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	5	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>13,3 (13)</b>	<b>7,3 (7,2)</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	3	
Thèses soutenues	4	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	3	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2

• **Appréciations détaillées**

**Appréciation sur la production et la qualité scientifiques**

L'équipe 4 travaille sur un pathosystème faisant intervenir le champignon phytopathogène *Magnaporthe oryzae* responsable de la pyriculariose et deux plantes d'intérêt agronomique, le riz et le blé. Les 3 axes de recherche de cette équipe sont :

- La caractérisation du pathosystème par différentes approches qui sont : a) l'analyse systématique des effecteurs, b) la caractérisation fonctionnelle d'un effecteur qui serait un déterminant majeur pour la résistance non



hôte du riz, c) la mise en évidence d'une résistance conférée par une paire de gènes de résistance à des souches de *M. oryzae* possédant soit la protéine AVR-Pia ou AVR1-CO39 ;

- Le recensement de gènes de "défense" de riz dans une base de données (Archipelago) et le transfert de ces données au blé *via* différentes collaborations. Cette approche a permis d'identifier un ensemble de régulateurs potentiels des défenses et de produire des mutants de riz pour quelques uns de ces candidats. En ce qui concerne le blé, il a été montré que certains des gènes codant de ces régulateurs sont étroitement associés à la résistance à certaines maladies (ex: CEBiP pour la résistance à *Fusarium gramineis*). Le groupe a acquis une expertise sur le blé et les conditions d'infection par certains de ses agents pathogènes. Ce travail a permis de montrer qu'il existe une certaine conservation des mécanismes de défense entre riz et blé. L'équipe a par ailleurs développé des approches de génétique inverse pour identifier des gènes impliqués dans la sensibilité et/ou la résistance et une étude plus approfondie a été entreprise sur certains gènes (WAK, NAC10..) ;

- Le dernier axe de recherche est nouveau et vise à mieux comprendre les effets de l'environnement (en particulier la nutrition azotée et la sécheresse) sur l'efficacité de la résistance (NIS: nitrogen-induced susceptibility). L'analyse des bases génétiques du NiS a permis d'identifier un locus majeur chez le riz.

Par ailleurs, plusieurs facteurs de transcription régulant positivement la résistance à *M. oryzae* et la tolérance au stress hydrique ont été identifiés. Un lien entre la résistance à *M. oryzae* et la floraison a pu être établi par l'implication d'un gène cible de la protéine AVR1-CO39 régulant ces 2 processus.

Une des contributions la plus importante et originale de l'équipe a été la mise en évidence d'une résistance conférée par la paire de gènes, et l'élucidation partielle des mécanismes, qui sous-tendent cette résistance. Par ailleurs, l'identification d'un certain nombre de gènes requis pour la résistance/sensibilité revêt un intérêt certain.

L'équipe a une remarquable visibilité aux niveaux national et international et a (eu) un rôle important dans le développement de nombreux nouveaux outils sur le riz.

Le travail réalisé est dans son ensemble original et a conduit lors du précédent mandat à la production de nombreuses ressources parmi lesquelles certaines d'entre elles ont pu être exploitées et ont conduit à des publications dans des revues à haut facteur d'impact.

D'autres axes de recherche sont très prometteurs et ont déjà abouti à des résultats fort intéressants (fonction de l'effecteur AVR1-CO39, résistance duelle conférée par la paire de gènes RGA4 et RGA5) publiés dans des journaux à haut facteur d'impact.

Cette équipe, qui est par ailleurs très dynamique mais qui a une tendance à la dispersion, devient plus réaliste et va, au cours du prochain contrat, concentrer ses moyens sur certains axes de recherche prioritaires. En effet, un certain nombre d'approches ne seront à priori pas poursuivies : analyse fonctionnelle des effecteurs (faute de financements et forte compétition), analyse de mutants de riz présentant des altérations dans leur niveau de résistance et mutants lésions spontanés, approche de génétique inverse sur de potentiels régulateurs des défenses). De même, les travaux sur le transfert des données du riz au blé ne seront pas poursuivis.

Au cours du dernier contrat, l'équipe a produit 24 publications dont 17 concernant directement la thématique de l'équipe. Treize d'entre elles sont signées par un membre de l'équipe en première ou dernière position, 6 correspondent à des publications communes avec d'autres équipes de l'UMR. Plusieurs publications directement liées aux travaux de l'équipe sont dans des revues à haut facteur d'impact (1 Plant Cell, IF 8.97; 1 NAR, IF 8.28; 1 Plant J, IF 6.58; 2 New phytologist, IF 6.73; 2 Plant Biotechnology Journal, IF 5.44; 2 MPMI, IF 4.3). A ceci, il faut ajouter 3 articles dans des ouvrages scientifiques. La production de l'équipe est donc soutenue et d'excellente qualité.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe possède un réseau dense de collaborateurs nationaux et internationaux et son dynamisme est notamment illustré par le dépôt de 4 brevets relatifs à des travaux concernant directement ses thématiques. La capacité à obtenir des financements est exceptionnelle puisque l'équipe participe à l'organisation de réseaux nationaux (réseau SPE Effectome) et internationaux (SUSTAIN sur la résistance des Plantes), à la coordination et à la participation à 6 projets ANR dont 2 en tant que coordinateur, ainsi qu'à 3 projets internationaux (qu'elle a coordonnés). Ces différentes données illustrent la remarquable insertion de l'équipe au sein de la communauté internationale étudiant la pyriculariose du riz.

L'attractivité de l'équipe s'est traduite par des séjours d'un à trois ans de 3 chercheurs (français ou étrangers). Son rayonnement est par ailleurs illustré par sa capacité à attirer de façon régulière des thésards et post-docs.



Ses membres participent activement à différentes manifestations nationales ou internationales comme en témoignent 8 communications sur invitation dans des conférences (nationales (5) et internationales (3)) ainsi que de nombreuses communications par affiche à différents congrès.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'équipe a établi des partenariats avec divers acteurs socio-économiques (Bayer et Biogemma), partenariats qui ont donné lieu à des dépôts de 4 brevets et à 2 publications dont l'une en cours de soumission. La relation partenariale avec Biogemma semble durable. L'ensemble des activités de l'équipe en relation avec l'environnement social et économique peut être qualifié d'exceptionnel.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'excellent rayonnement de l'équipe est illustré par sa capacité à attirer de façon régulière des thésards (3 thèses en cours, 4 soutenues sur le mandat), à encadrer différents stagiaires (L3, M1). Elle a participé à la conception de la formation UM2 sur les interactions plantes-Microorganismes ainsi qu'aux enseignements du module de Master BPT GMBP377 et Master BioPMBB GMBP325 de l'UM2.

Elle participe également à des enseignements au Département Biologie et Écologie de Montpellier SupAgro avec l'organisation de modules au sein des formations d'ingénieurs agronomes spécialisés en amélioration des Plantes et de licence professionnelle.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet inclut certains aspects qui sont dans la continuité des travaux réalisés lors du contrat précédent (étude approfondie de l'effecteur AVR1-CO39, résistance conférée par la paire de gènes de résistance RGA4 et RGA5, poursuite de l'implémentation de la base de données Archipelago, étude d'un gène de transcription dont la surexpression accroît la résistance à *M. oryzae*). De nouveaux axes de recherche visant à identifier les réseaux de régulation impliqués dans la réponse à des stress biotiques et abiotiques ont été initiés. Pour l'ensemble des projets, la prise de risque paraît assez limitée. L'ensemble de ces travaux repose sur des bases solides et le projet proposé est en parfaite adéquation avec les priorités de l'unité.

Ce projet est ambitieux et très large même en considérant que plusieurs "sous-axes" ne seront pas poursuivis. En effet, malgré le dynamisme évident de l'équipe et l'intérêt scientifique indéniable du projet, il semble assez peu réaliste que l'ensemble du projet puisse être pleinement développé si l'on considère les effectifs de l'équipe. Bien que des efforts pour éviter une dispersion soient évidents, il serait judicieux d'établir des priorités et de focaliser les recherches sur certains aspects stratégiques.

### Conclusion

#### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Cette équipe, qui atteint maintenant une pleine maturité, développe des projets cohérents et originaux sur l'interaction *M. oryzae*-riz. Ceci se traduit par une production scientifique régulière et d'excellente qualité. Le riz est une plante modèle très étudié. Mais l'équipe a jusqu'à présent su trouver des niches intéressantes et établir de nombreuses collaborations fructueuses lui permettant d'acquérir une visibilité nationale et internationale.

#### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

Cette équipe très dynamique a toujours une tendance à développer divers aspects de recherche originaux mais dont la réalisation n'est pas forcément en adéquation avec les forces humaines disponibles. Des efforts sont réalisés mais il faudra veiller à focaliser encore davantage les recherches en particulier sur l'aspect "Effets de l'environnement sur la résistance" malgré l'intérêt évident de ces travaux.



▪ *Recommandations :*

Le système riz/*M.oryzae* est devenu un système modèle, en partie grâce aux efforts de l'équipe. La thématique est très compétitive, d'où la nécessité d'établir des collaborations et d'identifier des niches pour permettre à l'équipe de rester compétitive dans ce domaine de recherche. Il paraît difficile d'aborder de façon très approfondie tous les aspects proposés dans le projet malgré leur intérêt évident. L'équipe devra veiller à focaliser ses travaux sur les axes les plus prometteurs.

Le transfert des connaissances acquises du riz au blé s'est révélé une opportunité très intéressante. Ceci ne devrait toutefois pas constituer une source de dispersion supplémentaire et de ce fait doit s'accompagner de collaborations actives.



**Équipe 5:** Biologie Evolutive des champignons phytopathogènes (BECphy)

Nom du responsable : M. Jean CARLIER

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1	1
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	9,5 (8,95)	10 (9,95)
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	9,5 (9,3)	9 (8,8)
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>21 (20,25)</b>	<b>20 (19,75)</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	2	
Thèses soutenues	5	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	3	
Nombre d'HDR soutenues	3	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	5

• **Appréciations détaillées**

**Appréciation sur la production et la qualité scientifiques**

La recherche de l'équipe 5 s'articule autour de l'origine, de l'adaptation et de la dynamique épidémiologique des champignons pathogènes dans l'agrosystème. Elle combine une approche moléculaire, expérimentale et analytique puissante. Grâce au développement de différents marqueurs microsatellites, les chercheurs ont mis en évidence l'histoire évolutive de différents pathogènes, dont la dispersion a été médiée par l'activité humaine. Dans la plupart des cas, la diversité génétique était maximale dans la région d'origine de la plante domestiquée associée, à



une exception près (*P. megakarya* sur cacaoyer en Afrique, chez qui la diversité est plus grande dans une aire introduite), que l'on pourrait interpréter comme un changement d'hôte récent. D'une manière générale, les champignons phytopathogènes démontrent une combinaison de dispersion naturelle à courte distance, et de dispersion anthropogénique à longue distance, avec également de nombreux goulots d'étranglement successifs inférés chez *Microcyclus ulei* et *Mycosphaerella fijiensis* (mis en évidence par des méthodes sophistiquées de dynamique allélique, ABC). La structure du paysage n'a que peu d'influence sur la structuration génétique des populations chez une espèce comme *Mycosphaerella fijiensis*, suggérant l'absence de barrières à la dispersion des spores à une petite échelle spatiale. En revanche, en étudiant les taux de changement des clines de fréquences à plusieurs loci neutres, les chercheurs ont développé une nouvelle méthode (publiée dans *Ecology Letters*) pour inférer le taux de dispersion contemporaine. La recombinaison et la reproduction sexuée ont été étudiées chez de nombreuses espèces, et leur présence/absence est variable en fonction des espèces. Le cas de *Magnaporthe oryzae* est particulièrement intéressant puisque l'espèce est polymorphe pour ce caractère, ne présentant de reproduction sexuée que dans son aire d'origine. L'approche expérimentale a montré que la fertilité femelle peut être perdue en quelques générations de reproduction clonale chez *Magnaporthe oryzae*. Pour compléter leur compréhension de l'adaptation chez les champignons, les chercheurs ont étudié la pression de sélection exercée par la plante-hôte, et ont notamment mis en évidence une course aux armements entre gènes d'avirulence chez le champignon et gènes de résistance correspondant chez la plante, en collaboration avec l'équipe 4 et des équipes au Japon et aux USA.

Dans un volet focalisé sur les contraintes génétiques sur différents traits d'histoire de vie importants pour la fitness du champignon, tels que la croissance mycélienne dans l'hôte, ou la sporulation, les chercheurs ont mis en évidence une corrélation génétique entre les traits mesurés. Il semble également que l'adaptation à des hôtes différents n'ait pas nécessairement laissé des traces à l'échelle génomique, contrairement à l'hypothèse de travail (peu de protéines sécrétées, potentiellement des effecteurs de la pathogénie, sont spécifiques des lignées adaptées à des hôtes différents). Il serait donc intéressant d'identifier le niveau auquel l'adaptation à l'hôte se produit (autres gènes impliqués dans le métabolisme secondaire, niveau d'expression, méthylome, etc...). Enfin, une composante épidémiologique de la recherche de l'équipe 5 s'est attachée à inférer les paramètres de dispersion et de résistance chez les cercosporioses, en combinant modèles de simulation mécaniste et analytique. Ceci a permis, en association avec des mesures expérimentales, d'appréhender les processus d'exclusion compétitive entre pathogènes ainsi que le rôle des inoculum dans l'évolution spatio-temporelle des épidémies.

Toujours dans le cadre épidémiologique, un volet appliqué s'est intéressé à construire des mélanges variétaux durables, aptes à canaliser l'adaptation des champignons pathogènes. Étudié dans le cadre de concept de dynamique adaptative, ce volet est prometteur au niveau de l'interface science-société. Il intègre les processus adaptatifs opérant lors d'émergence de populations phytopathogènes ayant contourné des résistances partielles, et prend en compte la complexité du paysage. D'un point de vue mathématique, les chercheurs ont montré qu'un faible nombre de facteurs (migration, force du compromis entre variétés) suffisent pour prédire l'issue évolutive, par exemple l'extinction ou la spécialisation. Une des conclusions est que les espèces à système de reproduction mixte s'adaptent plus vite à un nouvel environnement que les espèces à reproduction asexuée ou sexuée.

Ces différents axes, ainsi que l'exploration d'autres thématiques, se font en collaboration avec d'autres chercheurs en France ou en Europe, ainsi qu'en lien avec le secteur industriel (BAYER, SYNGENTA). Par ailleurs, l'équipe a participé à l'élaboration de deux logiciels très utilisés par les généticiens des populations (DIYABC, quantiNEMO), ainsi qu'à des expertises sur le terrain.

Le travail réalisé par cette équipe lors du précédent contrat est très varié et intéressant. L'équipe, composée de 7 chercheurs titulaires, a publié au cours des 5 dernières années, 56 publications, dont plusieurs dans des journaux avec Impact Factor > 5 (5 dans *Molecular Ecology* et 1 dans la très prestigieuse revue *Ecology Letters*, IF 17,95), avec un des chercheurs de l'équipe en premier ou dernier auteur. Les chercheurs ont également participé à des publications dans *Nature* ou *Plant Cell*, et ont donné plus de 50 conférences, attestant de la volonté de l'équipe à diffuser leurs résultats. En conclusion, la production de l'équipe est soutenue et d'excellente qualité.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe possède un réseau dense de collaborateurs nationaux et internationaux. L'équipe a obtenu un financement important de l'ANR (Emerfundis, Gémo), qu'elle coordonne, et participe à de nombreux projets nationaux et européens. L'équipe a participé à l'organisation d'une conférence Jacques Monod (2010) intitulée: "Aspects évolutifs des maladies émergentes chez les animaux et chez les plantes dues à des champignons pathogènes, dans le contexte des changements globaux" et des rencontres de Phytopathologie-Mycologie de la Société Française de Phytopathologie.



### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'interaction avec l'environnement social, économique et culturel est surtout basée sur l'interaction avec l'industrie (SYNGENTA, BAYER) et sur des collaborations avec des instituts techniques. Quelques reportages télévisés viennent compléter le lien avec l'environnement social.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'implication dans la formation par la recherche est conforme aux attendues avec 7 doctorants et 10 étudiants de master accueillis au cours des 5 dernières années, mais mériterait d'être accentuée pour le prochain mandat.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Concernant les perspectives, les chercheurs de l'équipe souhaitent poursuivre l'étude des pressions de sélection exercées par des résistances partielles, ainsi que les contraintes génétiques sur les traits adaptatifs. Ils comptent mettre l'accent sur une approche théorique par modélisation (pour analyser les dynamiques adaptatives et épidémiques, y compris épidémiologie évolutive), combinée à une approche expérimentale. L'objectif est également de tirer profit des nouvelles technologies de séquençage, pour identifier des gènes candidats à l'adaptation. Les liens avec l'équipe 4 semblent privilégiés et amenés à se poursuivre. Le projet se situe dans la continuité des recherches réalisées lors du précédent contrat, bien que sous sa forme actuelle, il reste encore un peu flou avec peu de verrous techniques *a priori*.

### Conclusion

- **Points forts et possibilités liées au contexte :**

Le travail réalisé par cette équipe est très varié, intéressant et la production de l'équipe est soutenue et d'excellente qualité. Le projet repose sur des bases solides et de nombreuses collaborations.

- **Points faibles et risques liés au contexte :**

La perspective du prochain contrat semble un peu trop dans la continuité du précédent, et pourrait avantageusement bénéficier de l'inclusion de l'un ou l'autre élément à plus haute valeur ajoutée, même si cela est plus risqué.

- **Recommandations :**

Puisque l'objectif est d'étudier les traits adaptatifs et que la base génétique de certaines adaptations reste floue, une étude du transcriptome pourrait permettre d'identifier les gènes exprimés associés.



**Équipe 6:** Epidémiologie végétale et vection (Epi2V)

Nom du responsable : M. Emmanuel JACQUOT

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1 (0,8)	1 (0,8)
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	4,5	4,5
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	4,3 (4)	4,3 (4)
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	2
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>11,8 (11,3)</b>	<b>11,8 (11,3)</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	1	
Thèses soutenues		
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	1

• **Appréciations détaillées**

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe 6 "Epidémiologie végétale et vection" (Epi2V) s'intéresse aux processus de dissémination des maladies virales de plantes transmises par vecteurs aériens, selon trois axes: (i) caractérisation et analyse de la diversité génétique des hôtes, vecteurs et pathogènes in natura, (ii) étude des interactions pathogènes-vecteurs-hôtes influençant l'épidémiologie, (iii) modélisation des processus épidémiques. Trois pathosystèmes modèles principaux sont abordés : la sharka des *Prunus* fruitiers, l'enroulement chlorotique (ESFY) de l'abricotier, le pied chétif du blé. Le Potato virus Y de la pomme de terre a également fait l'objet de travaux sur la période écoulée, suite à l'arrivée d'un



chercheur et de trois assistants ingénieurs en provenance de Rennes (2012). Il faut souligner la complémentarité entre des travaux de pathologie et un ensemble de résultats méthodologiques en statistique (notamment bayésienne) et en modélisation. Il s'agit d'un point clé pour l'équipe, la modélisation en épidémiologie à partir d'échantillons prélevés sur le terrain et génotypés jouant un rôle structurant pour les travaux et les objectifs plus appliqués.

Sur la sharka, des approches statistiques innovantes ont permis d'obtenir des résultats sur la phylogéographie du pathogène aux échelles d'un bassin de production et européenne, sur la dispersion et sur des étapes clés du cycle de vie pour la modélisation des épidémies. Sur l'ESFY, l'équipe a précisé la structuration des populations de vecteurs et d'haplotypes dans les compartiments sauvage, cultivé et vecteur. Sur le virus des pieds chétifs du blé, les travaux ont porté sur la caractérisation biologique et moléculaire des souches présentes en France. Sur le PVY de la pomme de terre, Epi2V a participé à des travaux sur l'identification de marqueurs moléculaires et l'étude de la diversité génomique virale.

Au total, l'équipe a publié 30 articles dans des revues à comité de lecture dont 11 avec une position en 1<sup>er</sup> ou dernier auteur. Parmi ceux-ci, trois ont été publiés dans des revues à impact factor supérieur à 3 (Molecular Plant Pathology: 3,8 ; Molecular Ecological Resources: 7,4 ; Proceedings of the Royal Society B: 5,7). Trois autres articles ont été publiés dans de telles revues en position de 2<sup>nd</sup> auteur (PLoS Computational Biology: 4,9 ; PLoS Pathogens: 9,1 ; Proceedings of the Royal Society B: 5,7). Les collaborations avec l'équipe 2 ont donné lieu à des articles dans d'excellentes revues. Des articles méthodologiques (modélisation, statistique) ont été publiés dans des revues reconnues de leur domaine (ex: Environmetrics). Parmi les autres productions scientifiques, il faut souligner la coordination (en position de 1<sup>er</sup> éditeur) de l'ouvrage collectif "Interactions insectes plantes" (Quae, 2013; 900 pages) et la co-rédaction de cinq chapitres d'ouvrage. L'équipe a participé à des conférences nationales et internationales (44 communications orales et 14 posters). Les dix invitations ont concerné principalement la modélisation en épidémiologie, dans le cadre de séminaires et colloques nationaux et d'une conférence internationale. En résumé, l'activité scientifique a été riche et valorisée dans d'excellentes revues. En parallèle aux revues disciplinaires, l'équipe commence à publier dans des revues d'interface de grande notoriété.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe Epi2V est une équipe dynamique et attractive, dont la notoriété a de grandes marges de progression dans les années qui viennent. Epi2V a un réseau de collaborations locales, nationales et européennes solide et cohérent avec son activité. Une part significative de ses effectifs est issue de mobilités entrantes (un cadre CIRAD partagé avec l'équipe 5; un chercheur et trois assistants-ingénieurs en provenance de BIO3P, Rennes). En terme d'organisation et d'animation de la recherche, l'équipe fait preuve d'un grand dynamisme, illustré par la coordination d'un WPE du programme européen SharCo (2008-2012) ; par son appartenance au comité de management du projet COST FA0807 "Integrated management of phytoplasma epidemics in different crop systems" (2009-2013) ; par l'organisation ou la co-organisation de trois meetings de la PVYwide Organization (2008, 2009, 2012) ; par la co-organisation de deux écoles-chercheurs internationales sur les psylles à Montpellier (2013) et Neustadt, Allemagne (2010) ; par le pilotage ou copilotage de trois réseaux scientifiques (PVYwide, Réseau Francophone des Interactions Arthropodes-Plantes, Modélisation et Statistique en Santé des Plantes) et de 13 projets impliquant des partenariats. L'équipe a bénéficié de dix invitations dans le cadre de séminaires et colloques nationaux et d'une conférence internationale.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'interaction avec l'environnement social et économique représente une activité importante de l'équipe, en lien étroit avec ses thèmes de recherche. L'équipe est reconnue et sollicitée pour son expertise sur plusieurs pathosystèmes, en particulier la sharka et l'enroulement chlorotique de l'abricotier. Ceci est illustré par la participation à 12 rapports, dont cinq pour l'ANSES depuis 2011 et 1 pour l'EFSA, ainsi que par la participation régulière à des journées d'expertise organisées par la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) et à des comités de pilotage régionaux et nationaux. L'équipe communique auprès de la profession, de partenaires privés et du public (participation à des rencontres et expositions organisées par le CTIFL (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes), invitations à des manifestations organisées par Bayer Crop Science, rédaction de 8 articles dans des revues professionnelles, contributions à des sites internet sur PVY et sharka).

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Globalement, l'implication d'Epi2V dans la formation par la recherche est très bonne mais mérite d'être renforcée. Epi2V a accueilli ou co-encadré 5 étudiants de Master 2 et 1 élève-ingénieur. Une thèse est en cours sur de

la modélisation en épidémiologie, la seule de la période évaluée. L'équipe, qui dispose actuellement d'une seule HDR, a le potentiel pour augmenter ce nombre ainsi que son taux d'encadrement de thèses. Notons que les membres de l'équipe ont participé à 12 jurys de Master, 7 jurys de thèse et un de HDR. Epi2V est impliquée dans l'enseignement de Montpellier SupAgro, au niveau M1 dans les spécialités liées à la protection et l'amélioration des plantes, ainsi que dans des licences professionnelles en agriculture raisonnée. Elle a également participé à l'organisation de deux écoles-chercheurs, mentionnées plus haut.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet d'Epi2V se situe dans la continuité des recherches actuelles, avec la volonté de coupler la caractérisation de facteurs et de processus clés, la modélisation des dynamiques épidémiques à l'échelle d'un paysage agricole, et l'inférence à partir de données expérimentales ou d'observation *in natura*. Le projet a l'ambition d'aborder la modélisation à plusieurs échelles et intègre explicitement des développements méthodologiques en statistique et modélisation. Il s'agit d'un projet multidisciplinaire à la fois ambitieux, cohérent avec les évolutions actuelles de la recherche sur la modélisation en épidémiologie, et réaliste compte tenu des compétences présentes dans l'équipe et de ses collaborations. La présence d'un IR CIRAD partagé avec l'équipe 5 sera un atout supplémentaire qui permettra de renforcer les synergies entre les deux équipes de l'unité les plus impliquées dans la modélisation. D'autres renforcements en modélisation pourraient s'avérer nécessaires, sinon par recrutement du moins par le développement et le renforcement de collaborations et par l'encadrement de thèses. Le projet est centré sur trois pathosystèmes modèles : la sharka, l'enroulement chlorotique de l'abricotier et le pied chétif du blé. Ce choix se justifie par les compétences de l'équipe et par des enjeux de généralité, mais l'articulation entre les trois axes de recherche et les trois pathosystèmes méritera d'être précisée. Le choix d'abandonner d'autres pathosystèmes tels que PVY paraît pertinent. Le projet inclut des ambitions d'aide à la décision appuyée par la modélisation et par des données d'épidémiologie et, du point de vue recherche, par un rapprochement avec des partenaires sociologues et économistes. L'équipe devra préciser ce volet de son projet et de sa stratégie, en tenant compte des atouts que peuvent représenter les partenariats établis par son activité d'expertise.

### Conclusion

#### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Les points forts de l'équipe sont la complémentarité entre ses approches analytiques et systémiques, sa capacité à aborder des pathosystèmes à plusieurs échelles, la présence en son sein de compétences et de métiers adaptés et complémentaires (génétique moléculaire, statistique, cartographie). Elle bénéficie d'une ambiance stimulante, dans une unité et un environnement régional où la multidisciplinarité et la modélisation sont valorisées. Elle bénéficie également d'une forte cohésion entre activités de recherches et activités reconnues d'expertise. Pendant la période évaluée, malgré des changements importants dans sa composition, l'équipe a augmenté nettement le taux et la qualité de ses publications. Elle développe des collaborations solides et fait preuve de dynamisme pour assurer sa visibilité locale et à l'échelle nationale.

#### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

L'équipe est de taille relativement petite, ce qui signifie que chaque compétence repose sur un ou deux individus. Son taux de HDR et d'encadrement de thèses a été faible pendant la période évaluée.

#### ▪ *Recommandations :*

L'équipe est sur une excellente dynamique et doit avant tout préserver celle-ci, en assurant une bonne coordination entre ses axes de recherche et ses pathosystèmes modèles, ainsi qu'entre ses activités de recherche et d'expertise. Dans l'unité, elle bénéficierait sans doute d'une animation transversale plus explicite sur la modélisation. Elle doit augmenter son taux de HDR et d'encadrement de thèses ou d'autres formes d'accueil de chercheurs. Elle doit exploiter l'atout que peuvent représenter ses partenariats pour développer ses recherches de l'aide jusqu'à la décision. Malgré son dynamisme indéniable, l'équipe peut encore améliorer son rayonnement et sa visibilité, que ce soit au sein de l'INRA (méta-programme SMACH par exemple), de l'école doctorale, ou à l'échelle internationale.



**Équipe 7:** Biodiversité des phytovirus et quarantaine des plantes

**Nom du responsable :** M. Philippe ROUMAGNAC

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	3
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	7 (6,85)	7,5 (6,35)
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>12 (11,85)</b>	<b>10,5 (9,35)</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	1	
Thèses soutenues		
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	1

### • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe 7 « Biodiversité des phytovirus et quarantaine des plantes » développe des méthodes de caractérisation de la diversité et de découverte de nouveaux virus, basées sur des techniques métagénomiques de pointe. Ces techniques permettent aux chercheurs de cette équipe de mener une recherche fondamentale de grande qualité, avec des questions allant de la simple description des nouveaux virus à la contribution de ces virus aux génomes de leurs plantes hôtes, en passant par des questions d'épidémiologie et d'écologie virale. Mais l'équipe a également une activité forte de transfert de son savoir faire pour l'application au diagnostic de la santé des plantes. Ainsi, pour la canne à sucre et l'igname en particulier, l'équipe mène un suivi épidémiologique des virus, et une



activité de quarantaine et de contrôle qualité (détection et élimination des agents pathogènes) pour les échanges internationaux de canne à sucre (plateforme visacane).

La biodiversité virale associée aux plantes est encore largement inconnue, et la démarche de l'équipe est tout à fait pionnière dans ce domaine. La découverte qu'un grand nombre de virus sont présents sur les plantes, sans provoquer de maladie ou symptôme notables, oblige à considérer sous un nouvel angle les relations entre virus et hôtes. De plus, l'équipe développe une stratégie très intéressante qui consiste à mener de front cette recherche fondamentale avec une recherche appliquée qui va jusqu'au service de mise en quarantaine des plantes. Cette approche permet à la fois un transfert quasi immédiat des connaissances et des techniques et un accès privilégié aux échantillons.

Compte tenu de cette double activité, l'équipe a un excellent niveau de publication, avec 11 articles dans des revues avec IF (6 avec in IF supérieur à 2), 3 chapitres de livres et un grand nombre (27) de communications orales en France et à l'étranger.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe 7 participe à plusieurs réseaux scientifiques nationaux et internationaux (Réseau Plant Virus Ecology Network, Réseau French Network on Xanthomonas) et à l'organisation de congrès nationaux et internationaux et notamment le 4<sup>ème</sup> workshop du réseau international Plant Virus Ecology Network (PVEN) à Montpellier en mai 2011. Plus de 80 scientifiques de 20 nationalités ont assisté à ce congrès dont dix chercheurs africains virologues invités par les organisateurs. L'équipe participe également à des groupes de travail nationaux (Métaprogramme MEM de l'INRA, groupe "Pathobiome").

L'intérêt que suscite l'activité de l'équipe 7 s'est manifesté, sur la période 2008-2013 par la visite de plusieurs personnalités étrangères pour une ou plusieurs journées : M. Darren MARTIN (University of Cape Town), M. Arvind VARSANI (University of Canterbury), M. Mark ACHTMAN (University of Cork). Deux chercheuses étrangères ont fait des séjours de 6 mois au sein de l'équipe (M<sup>me</sup> R. AMATA du Kenya et M<sup>me</sup> M. KOOHAPITAGTAM de Thaïlande).

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

De par sa forte implication dans la recherche sur les approches métagénomique de caractérisation de la biodiversité virale associée aux plantes, l'équipe est très bien positionnée pour le transfert de cette technologie, et ceci de plusieurs manières. L'équipe fait l'objet de nombreuses demandes d'expertises en pathologie de la canne à sucre par ses partenaires sucriers. Elle est également responsable de « Visacane », une plateforme d'échange de variétés de canne à sucre à travers le monde, avec une garantie de qualité sanitaire. L'activité de Visacane correspond à un chiffre d'affaire d'environ 230 000 euros entre 2010 et 2013. Une trentaine de contrats sont signés chaque année avec des groupes sucriers et des centres de création variétale (Afrique, Asie, Amérique latine, Océanie). Enfin, l'équipe a organisé en 2012 et 2013 des formations internationales sur la détection des agents pathogènes de la canne à sucre, avec des participants venant notamment d'Océanie, d'Afrique et d'Amérique latine.

En 2008, elle a participé au Salon International de l'Agriculture sur la thématique de la canne à sucre (organisation du stand, accueil du public au salon).

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Il n'y a pas d'enseignant chercheur dans l'équipe, mais l'implication des membres de l'équipe dans la formation est néanmoins réelle, avec en particulier l'organisation de formations dont le but est de transférer les méthodes de diagnostic développées dans l'équipe (on a déjà cité la formation internationale sur la détection des pathogènes de la canne à sucre, en 2012 et 2013) et la participation à des modules de formation au niveau Master (ENS Lyon, AgroParisTech). En outre, une thèse a été soutenue dans le dernier quadriennal et 2 autres sont en cours. Les membres de l'équipe participent régulièrement à des comités et des jurys de thèses, ainsi qu'à des jurys de recrutement au CIRAD.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La démarche de l'équipe, qui consiste à mener en synergie une recherche fondamentale de grande qualité avec une activité d'expertise et de service de quarantaine est tout à fait originale et paraît exemplaire en la matière. Cette équipe a démontré de manière frappante qu'une telle stratégie pouvait être fructueuse, avec l'ouverture de nouvelles voies de recherches, en particulier sur la diversité et le « rôle » écologique des virus qui ne sont



apparemment pas des pathogènes de la plante, et le développement de techniques de pointes de diagnostic. Le projet qui prévoit, outre le développement des méthodes validées et le maintien d'une interaction forte avec les partenaires privés, une extension des approches métagénomiques à des modèles bactériens, et le développement d'une réflexion sur le rôle des virus dans le fonctionnement des agro-écosystèmes et l'émergence de nouvelles maladies, apparaît comme très prometteur et devrait permettre une montée en puissance de l'équipe dans les années à venir.

## Conclusion

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

L'équipe « Biodiversité des phytovirus et quarantaine des plantes » mène à la fois une recherche fondamentale d'excellente qualité, avec des développements techniques et théoriques qui ouvrent des voies de recherche nouvelles sur le rôle des virus dans les écosystèmes. Elle développe également une activité de transfert de ces techniques et d'expertise de grande ampleur. Elle démontre que ces aspects fondamentaux et appliqués peuvent tout à fait fonctionner en parfaite synergie.

### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

Les risques sont essentiellement liés à la persistance d'aide technique pour la réalisation d'expérimentations en serre.

### ▪ *Recommandations :*

Pour les années à venir, le maintien d'une force importante de techniciens pour les activités liées à l'expérimentation en serre et le renforcement de la partie Bioanalyse/Bioinformatique de l'équipe seront des aspects cruciaux de la réussite du projet.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

**Début :** Lundi, 3 février 2014 à 9h00  
**Fin :** Mardi, 4 février 2014 à 17h30

### Lieu de la visite

**Institution :** CIRAD  
**Adresse :** Campus International de Baillarguet - Bât. K- salle 105

**Locaux spécifiques visités :** Visite des serres

### Déroulement ou programme de visite

#### Lundi 3 février 2014

08:45 - 09:00	Accueil du comité d'experts
09:00 - 09:15	Introduction par le délégué : déroulement et suivi de l'évaluation
09:15 - 09:45	Présentation du bilan général de l'unité
09:45 - 10:15	Discussion
10:15 - 10:30	Pause
10:30 - 11:05	Équipe 1 : Biodiversité des badnavirus exogènes et endogènes
11:05 - 11:50	Équipe 2 : Interactions virus-insectes-plantes
11:50 - 12:25	Équipe 3 : Génomique et analyse moléculaire de la pathogénie de bactéries phytopathogènes
12:25 - 14:00	Déjeuner
14:00 - 14:45	Équipe 4 : Interactions céréales-agents pathogènes
14:45 - 15:30	Équipe 5 : Biologie évolutive des champignons phytopathogènes
15:30 - 16:00	Pause
16:00 - 16:45	Équipe 6 : Epidémiologie végétale et vection
16:45 - 17:20	Équipe 7 : Biodiversité des phytovirus et quarantaine de plantes
17:20 - 18:00	Présentation et discussion du projet de l'unité
18:00 - 19:00	Visite des serres

#### Mardi 4 février 2014

08:45 - 09:00	Rencontre avec l'ED SIBAGHE
09:00 - 09:30	Rencontre avec les tutelles (Cirad, Inra, Montpellier SupAgro)



09:30 - 10:00	Rencontre avec les ITA INRA, cadres administratifs et non cadres CIRAD, IATOS Montpellier SupAgro
10:00 - 10:30	Rencontre avec les doctorants et post-doctorants
10:30 - 11:00	Pause
11:00 - 11:30	Rencontre avec les chercheurs et enseignants-chercheurs
11:30 - 12:00	Rencontre avec le collège de direction de l'unité
12:00 - 16:30	Réunion du comité d'experts à huis clos (déjeuner de travail inclus)



## 6 • Observations générales des tutelles

## Réponse de l'UMR BGPI (385/54) au rapport d'évaluation AERES 2014

L'unité a apprécié les modalités de la conduite de la visite et la qualité des échanges lors de cette évaluation. L'unité prend note de l'appréciation positive du comité sur la production scientifique, le rayonnement aux plans national et international, l'organisation et la belle dynamique scientifique. L'unité note également que la commission a trouvé que le projet proposé est réaliste, centré sur les points forts des équipes et sur des modèles biologiques pertinents.

Des points faibles et des recommandations ont été soulignés par le comité, l'unité en prend note et souhaite répondre, en particulier, sur certains points :

### A. Réponses concernant la partie ensemble de l'unité :

- 1- **Page 6 « Un déficit en personnel habilité à diriger des recherches et son absence d'investissement au niveau des filières de l'École Doctorale (ED) dans laquelle l'unité émerge. »** Nous sommes conscients du faible nombre d'HDR dans l'UMR. Deux chercheurs soutiendront leur HDR en 2015 et au moins deux autres en 2016. Par ailleurs, l'attribution des contrats doctoraux de l'Université Montpellier II aux seules unités rattachées à l'Université ne permet pas à l'unité de bénéficier de ces contrats doctoraux. L'unité s'interroge donc sur le bénéfice réel d'un investissement dans l'ED.
- 2- **Page 6 « une attractivité scientifique qui doit s'organiser de manière à être compatible avec les bonnes conditions d'activités de recherche des personnels actuellement présents dans l'unité. »** L'unité est consciente que l'arrivée de nouvelles équipes ou agents a des conséquences sur tous, mais elle restera vigilante au maintien de bonnes conditions de travail.
- 3- **Page 6 « approfondir ses réflexions pour que les interactions entre équipes soient renforcées. L'unité gagnerait certainement en mettant en place une animation scientifique active autour d'axes permettant de débattre, sur des modèles pertinents communs, d'idées et d'approches traitant de dimensions et d'échelles multiples ».** L'animation scientifique entre équipes existe déjà avec, en autres, des journées scientifiques de l'UMR et des groupes de réflexion inter-équipes (projet géminivirus, groupe modélisation, ...). L'unité n'est pas figée et le contour et la composition de certaines équipes ont beaucoup évolué au cours des précédents quadriennaux. La construction de projets transversaux, tels que souhaités par le comité, est un processus complexe qui nécessite une phase de transition pour les équipes de recherche ; certains projets transversaux existent déjà (riz- pyriculariose) ou sont en construction (projet CSSV-P megakarya sur cacaoyer). Nous pensons néanmoins, que toute l'unité n'a pas vocation à être impliquée dans des projets transversaux.
- 4- **Page 10 « il serait souhaitable que l'unité puisse mettre en place un outil pour le suivi des doctorants. »** L'unité trouve cette remarque peu précise. Les outils de suivi durant la thèse existent (comité de thèse) et sont utilisés. L'unité précise par ailleurs que la période post-soutenance de thèse (si la remarque concerne ce point) fait l'objet de quelques attentions particulières, telles que : le maintien des adresses email des doctorants dans la liste de diffusion de l'unité pour une durée de 6 mois, la rédaction à la demande de lettres de recommandation, le financement pour la participation à des congrès pour présenter les résultats du doctorant et lui permettre de rencontrer de futurs employeurs/collaborateurs.

### B. Remarques par équipe

#### Equipe 1 :

L'équipe 1 note que la commission a souligné l'intérêt du projet en cours de construction de C. Neema sur l'émergence parallèle de deux agents pathogènes sur cacaoyer dont le CSSV. L'équipe précise que ce projet sera développé en cohérence avec les recherches conduites sur CSSV dans le cadre du projet de l'équipe.

### Equipe 3 :

Suite au non remplacement de Philippe Rott et en accord avec les recommandations de la commission d'évaluation AERES, l'équipe 3 a décidé, pour le prochain quinquennat, de limiter ses activités à l'étude des petites molécules impliquées dans les interactions plante-bactérie. Les études de génomique seront donc limitées à la recherche *in silico* de nouveaux *loci* impliqués dans la biosynthèse de nouvelles petites molécules et les analyses fonctionnelles seront limitées à l'étude de mutants affectés dans l'expression de ces nouveaux loci. Les activités de l'équipe 3 seront réalisées en collaboration étroite avec le laboratoire du professeur Roderich Süßmuth de l'université technique de Berlin (chimie des petites molécules) et le réseau FNX qui inclut les UMR RPB et PVBMT (génomique, accès aux séquences non publiées de ce réseau). Ces activités présentent un fort potentiel de valorisation avec le dépôt de brevets sur des petites molécules actives sur des microorganismes pathogènes de l'homme, d'animaux ou de plantes.

### Equipe 5 :

Pour l'équipe 5, il semble que le projet a été perçu par la commission comme étant trop dans la continuité de la précédente période d'évaluation, sans prise de risque notamment sur des aspects techniques. S'il est vrai que le projet de l'équipe se déroule dans une certaine cohérence avec le quadriennal précédent, nous tenons à souligner qu'il sera désormais recentré sur des questions de recherche très peu abordées à ce jour au sein de l'équipe et sur les champignons phytopathogènes plus généralement. Spécifiquement, le quadriennal précédent était fortement marqué par la reconstruction des histoires d'émergence des maladies étudiées. Ces travaux sont terminés et le projet aborde maintenant frontalement les bases génétiques et phénotypiques de l'adaptation aux résistances partielles. L'équipe a amorcé ce changement thématique sur la fin du précédent quadriennal en commençant à intégrer les approches génomiques. Ainsi, à partir de re-séquençage de génomes complets, des études de cartographie génétique, de génomique comparative et de génomique des populations ont commencé récemment. L'exploitation de ces données se fait par des méthodes en plein développement. Ceci constitue en soi un réel défi technique et une prise de risques importante compte tenu des compétences actuelles de l'équipe. Pour mener à bien ce projet, l'équipe a entrepris de se doter de nouvelles compétences, au travers de suivis de formations en cours, de séjours dans d'autres laboratoires (J. Carlier), et du recrutement en CR1 INRA « blanc » de Pierre Gladieux. Notons enfin que, comme suggéré par la commission, des études du transcriptome *in planta* durant les phases précoces de l'infection (ce qui constitue une mise au point technique assez importante) sont déjà en cours pour un de nos modèles et envisagées dans les prochaines années pour d'autres.

### Equipe 6 :

Les appréciations formulées pour l'équipe 6 mettent en relief les spécificités de l'équipe sur sa composition multidisciplinaire, son implication dans des recherches visant à alimenter les champs cognitifs relatifs aux modèles biologiques étudiés et sa capacité à faire converger ces connaissances vers la modélisation des processus épidémiologiques. Nous adhérons à la synthèse faite par la commission d'évaluation sur nos investissements et résultats, et agissons, ainsi que le suggère la commission, de manière à poursuivre cette dynamique positive. Précisons que l'investissement actuel d'Epi2V dans ses thématiques de recherche est en adéquation avec sa taille (6 cadres scientifiques), ses besoins et ses ambitions. Cependant, comme le signale la commission, l'évolution de nos programmes et/ou des contours de l'équipe va rendre, à moyen terme, indispensable un recrutement en biostatistiques et/ou en modélisation. Aussi, travaillons-nous activement pour maintenir la cohérence de notre équipe et son fonctionnement optimal.

La commission relève toutefois une implication modérée d'Epi2V dans la formation par la recherche. Cet élément factuel repose, comme le souligne justement la commission, sur le fait que l'équipe ne dispose que d'une seule HDR (associée à la mobilité entrante d'un DR INRA en 2012). Pour renforcer la capacité d'accueil d'Epi2V et diversifier les sujets de thèse et les compétences sur lesquelles peuvent reposer l'encadrement de doctorants, plusieurs cadres de l'équipe ont prévu de soutenir leur HDR au cours du prochain quinquennal.

Enfin, il semble que le partenariat privé avec lequel nous avons construit plusieurs actions de recherche au cours de ces dernières années n'ait pas attiré l'attention de la commission. Or, nous tenons à signaler que dans le cadre des recherches conduites par l'équipe, ce partenariat, comme celui de l'expertise favorablement perçu par la commission d'évaluation, joue un rôle dans la cohésion entre les volets cognitifs et appliqués sur lesquels l'équipe souhaite positionner une partie de sa plus-value scientifique.

En conclusion, nous ambitionnons de poursuivre notre dynamique de recherche et de partenariats de manière à encore étendre le rayonnement et la visibilité de notre équipe. Cette démarche est en accord avec les recommandations de la commission d'évaluation.

Claire NEEMA  
DU BGPI

