



**HAL**  
open science

## **BIOGER-CCP - Biologie gestion des risques en agriculture - champignons pathogènes des plantes**

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. BIOGER-CCP - Biologie gestion des risques en agriculture - champignons pathogènes des plantes. 2014, Institut national de la recherche agronomique - INRA. hceres-02033067

**HAL Id: hceres-02033067**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02033067v1>**

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 GEstion Intégrée des Risques en agriculture

BIOGER

sous tutelle des

établissements et organismes :

Institut National de la Recherche Agronomique -

INRA

AgroParisTech – Institut des Sciences et Industries du

Vivant et de l'Environnement

janvier 2014



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. Philippe SIMONEAU, 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 GEstion des Risques en agriculture
Acronyme de l'unité :	BIOGER
Label demandé :	Unité Mixte de Recherche
N° actuel :	UR 1290
Nom du directeur (2013-2014) :	M. Marc Henri LEBRUN
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M. Thierry ROUXEL

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Philippe SIMONEAU, Université d'Angers
Experts :	M. Bruno FAVERY INRA (représentant des CSS INRA) M. Pascal FREY, INRA Nancy M <sup>me</sup> Anne LEGREVE, Université Catholique de Louvain, Belgique M. Benoît MARCAIS, INRA Nancy M. Pietro D SPANU, Imperial College, Londres, Royaume Uni M <sup>me</sup> Claire VENEULT-FOURREY, Université de Lorraine

### Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean-Loup NOTTEGHEM

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

M<sup>me</sup> Nathalie FRASCARIA-LACOSTE (AgroPariTech)  
M. Christian LANNOU (INRA)  
M. Cyril KHAO (directeur de l'École doctorale l'ED n° 435 (ABIES))  
M. Jacqui SHYKOFF (directeur del'Ecole Doctorale l'École n° 145 (SdV))



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

L'unité BIOGER a été créée en janvier 2007 par regroupement de personnels provenant de quatre unités de recherche avec l'objectif commun d'acquérir des connaissances sur les champignons phytopathogènes par des approches pluridisciplinaires. Originellement située sur deux sites distincts (Grignon et Versailles), les 6 équipes constituant alors l'unité ont été regroupées en juillet 2009 dans un nouveau bâtiment sur le site de Grignon. Durant la période 2008 à mi-2009, les agents de l'unité ont donc poursuivi leurs activités dans leurs anciens locaux tout en préparant l'aménagement dans le nouveau bâtiment et les modifications organisationnelles qui devaient en découler. Durant la période évaluée, deux équipes ont fusionné (en 2011) et une nouvelle équipe a été créée (en 2013) suite à l'accueil d'un chercheur étranger bénéficiant d'une chaire d'excellence ANR. L'unité est donc à présent formée de 6 équipes et dispose de deux plateformes (R-Syst de systématique fongique et BIOGER-URGI de bioinformatique des génomes fongiques) et d'un plateau technique de séquençage et génotypage. Un plateau de cytologie est également en cours de constitution. Le regroupement monosite de l'ensemble des personnels de l'unité a constitué un atout indéniable pour faciliter les interactions entre les équipes et l'accès aux ressources mutualisées. La localisation sur le campus AgroParisTech constitue une opportunité pour le renforcement des liens avec la formation. Accueillant déjà 2 enseignants-chercheurs d'AgroParisTech (dont un recruté durant le présent contrat), un troisième, professeur, vient d'être recruté, l'unité (actuellement unité propre INRA) demande pour le contrat à venir une labellisation d'UMR avec AgroParisTech.

### Équipe de direction

La direction de l'unité a été assurée par M. Marc Henri LEBRUN (DR-CNRS) assisté par deux adjoints : M. Christian LANNOU et M<sup>me</sup> Claire NEEMA. Suite à la mutation de M<sup>me</sup> Claire NEEMA à Montpellier Supagro en 2012 et à la nomination de M. Christian LANNOU mi-2013 en tant que chef du département SPE de l'INRA, le directeur assure actuellement la direction de l'unité. Pour le prochain contrat : M. Thierry ROUXEL, directeur, M<sup>me</sup> Sabine FILLINGER, directrice adjointe scientifique et M. Vincent GITTON, directeur adjoint administratif.

### Nomenclature AERES

Domaines à forte activité : SVE1\_LS1, SVE1\_LS2, SVE2\_LS8

Autres domaines d'activité : SVE1\_LS6, SVE1\_LS7, SVE2\_LS3, SVE2\_LS9



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	2	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	16	15
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	41	41
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	12	1
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>73</b>	<b>61</b>

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	10	
Thèses soutenues	21	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	6	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	8

\* dont un post-doc hébergé et un ASC

## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

L'unité est constituée d'une soixantaine de personnels permanents dont les activités de recherche sont entièrement centrées sur l'étude des champignons pathogènes des plantes et ce, à l'aide d'approches disciplinaires variées et complémentaires. Le bilan global est très positif tant du point de vue de la production scientifique, que du rayonnement au plan national et international. Pour financer ses activités, l'unité a démontré sa capacité à se positionner sur des appels d'offre compétitifs et à développer des projets collaboratifs avec le secteur privé et les Instituts techniques des filières avec lesquels elle entretient des liens forts et durables. Le projet proposé est ambitieux mais réaliste si il reste centré sur quelques modèles biologiques pertinents pour l'agriculture et fortement basé sur la transversalité inter-équipes. Ce mode de fonctionnement dépassant le cadre strict du périmètre des équipes est favorisé par le regroupement, effectué en 2009, de l'ensemble des personnels de l'unité sur un site unique et est indispensable pour que les effectifs parfois limités de certaines équipes ne constituent pas des freins aux ambitions du projet.

### Points forts et possibilités liées au contexte

En regroupant une vingtaine de scientifiques, dont certains sont parmi les leaders mondiaux dans leur domaine, qui focalisent leurs recherches sur les champignons phytopathogènes, BIOGER constitue certainement une structure qui a peu d'équivalent dans le monde. Les projets développés dans l'unité sont le reflet d'une intégration réussie de plusieurs disciplines et de la capacité des chercheurs à conduire des recherches de haut niveau tout en assurant un transfert efficace des connaissances acquises vers les filières. La localisation monosite sur le campus de Grignon est un élément structurant fort tant pour l'unité elle-même que pour ses interactions avec l'environnement en termes de formation et de transfert vers les instituts professionnels. BIOGER a donc tous les atouts en main pour se positionner au niveau international comme une unité de référence pour les recherches sur les champignons pathogènes des plantes. Son rayonnement est d'ailleurs attesté par l'accueil récent d'un chercheur étranger de haut niveau dans le cadre d'une chaire d'excellence.

### Points faibles et risques liés au contexte

En termes de points faibles, l'unité souffre d'un déficit en personnel habilité à diriger des recherches. De plus, elle n'a pas su suffisamment tirer profit de sa très bonne insertion dans les réseaux internationaux et de la notoriété de certains de ses chercheurs pour attirer des jeunes scientifiques étrangers (doctorants, post-doctorants ...) durant la période évaluée.

En termes de risques, le déménagement envisagé sur le campus du plateau de Saclay nécessitera l'adhésion du personnel afin de ne pas déstructurer l'organisation qui a été mise en place ni fragiliser les équipes par une érosion des effectifs. D'autre part, pour le projet d'unité, la décision scientifiquement pertinente de se concentrer sur un nombre limité de modèles et donc de ne plus traiter certaines espèces pathogènes (ex *Fusarium*) pourrait fragiliser les relations avec certains instituts techniques.

### Recommandations

BIOGER a désormais atteint une visibilité indéniable au sein du paysage scientifique international sur ses domaines d'expertise. Son objectif principal doit être maintenant de poursuivre dans l'excellence ses projets de recherche pour devenir une unité incontournable dans le domaine des maladies fongiques des plantes. Pour cela, le comité d'experts recommande à l'unité :

- de mettre en place une politique permettant d'accompagner au mieux la montée en puissance de futurs jeunes « talents ». La pyramide des âges des personnels révèle en effet une nécessité d'anticiper un départ à moyen termes de plusieurs agents de l'unité, dont certains cadres scientifiques. Il faudra notamment encourager les jeunes chercheurs susceptibles de devenir de futurs « leaders » à prendre des responsabilités scientifiques, à obtenir leur habilitation à diriger des recherches, à candidater sur des appels d'offre compétitifs y compris ceux leur permettant d'effectuer des mobilités internationales ;



- de mieux tirer profit de la notoriété acquise et de l'implication dans les réseaux pour attirer des chercheurs étrangers (juniors et séniors) de haut niveau. L'accueil récent d'un chercheur étranger renommé dans le cadre d'une chaire d'excellence va dans ce sens. Pour que ce type d'expérience soit bénéfique sur le long terme, il sera indispensable d'anticiper la période post-chaire d'excellence et procéder si nécessaire à des reconfigurations des équipes de l'unité de façon à optimiser les ratios personnels scientifiques / personnels d'appui à la recherche ;

- de faire vivre et d'assurer la montée en puissance des axes transversaux du projet scientifique de façon à leur donner une réalité. Ceci doit passer notamment par la mise en place d'une animation scientifique active et spécifique autour de ces axes ;

- de se concentrer sur ses activités de recherche de façon à poursuivre dans l'excellence les projets scientifiques et ce sans se laisser distraire ni démobiliser par les risques identifiés liés aux grands programmes structurants en cours. La consolidation du positionnement à l'international de l'unité et le renforcement de ses liens avec d'autres unités du futur pôle d'agro-écologie seront les meilleurs atouts pour que cette transition s'opère de façon optimale.



### 3 • Appréciations détaillées

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

L'unité BIOGER développe des projets de recherche sur les champignons pathogènes des plantes. Les espèces ciblées sont responsables de maladies importantes de cultures majeures sur le plan économique : grandes cultures (septoriose, fusariose, rouilles des céréales, phoma du colza), et vigne (pourriture grise). Les études sont réalisées à différents niveaux et différentes échelles allant de la biologie et des mécanismes infectieux de ces espèces fongiques à leurs dynamiques évolutives et épidémiques. La période évaluée s'est caractérisée notamment par une forte montée en puissance des approches de génomique et l'unité a joué un rôle central dans l'exploitation des données issues du séquençage des génomes de *Botrytis* et de *Leptosphaeria*. Pour cette dernière espèce en particulier, ce type d'approche a débouché sur des observations sur l'évolution de génomes fongiques tout à fait originales : localisation des gènes codant des effecteurs putatifs dans des régions particulières de type isochores AT, évolution de ces régions par des mécanismes évolutifs non conventionnels, lien entre invasion du génome par des éléments transposables et adaptation de l'espèce à sa plante-hôte. Parmi les autres faits marquants, les recherches conduites dans l'unité ont permis notamment d'identifier de nouveaux mécanismes de résistances aux fongicides (« multi-drug resistance » associée à une surexpression de pompes d'efflux et de résistance par détoxication) et de modéliser des épidémies de rouille à l'échelle des paysages.

La production scientifique globale sur la période écoulée est excellente et en progression significative depuis 2011 : 163 articles (en moyenne 27 par an) dans des revues à comité de lecture (hors publications en lien avec des travaux n'ayant pas été effectués ou finalisés dans l'unité) pour 21 chercheurs (DR, CR et IR) et E.C. Leur facteur d'impact moyen est supérieur à 4 et plus de 60% de ces articles ont été publiés dans des revues qui sont dans le premier quartile dans leur discipline. Un nombre de champs disciplinaires important est couvert par ces publications reflétant l'aspect pluridisciplinaire des activités de l'unité. Il faut noter 7 publications à fort impact (>10) : Science, Cell, Nature, Nature Communication, Annual Review of Phytopathology, Nature Genetics, Trends in Ecology & Evolution et plusieurs autres publications dans des revues qui font référence dans le domaine des interactions plantes-microorganismes (PLoS Pathogens, New Phytologist).

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

L'unité a démontré son efficacité dans l'obtention de financements sur des appels à projet nationaux compétitifs avec notamment la coordination de 7 projets ANR. L'unité est également bien implantée dans plusieurs réseaux nationaux et internationaux et assure la responsabilité de deux WPs dans des projets européens (FP7 REX et KBBE). Cette reconnaissance internationale est également attestée par une implication de plusieurs chercheurs de l'unité dans des travaux et publications (une cinquantaine) réalisés par d'autres groupes étrangers, par plus d'une trentaine d'invitations à des colloques internationaux et par l'organisation en 2009 d'un symposium international (22<sup>nd</sup> New Phytologist meeting on Microbial Effectors). Ce rayonnement de l'unité s'est traduit récemment par le recrutement sur un poste de DR2 d'un chercheur provenant du Max Planck Institute de Cologne, leader sur les interactions hémibiotrophiques, recrutement appuyé par une Chaire d'Excellence ANR pour 4 ans. De plus, deux jeunes chercheurs ont été sélectionnés par l'INRA dans le cadre du dispositif Contrat Jeune Scientifique (CJS) pour effectuer leurs travaux de thèse dans l'unité sur les effecteurs de *Leptosphaeria*. L'unité BIOGER devrait cependant pouvoir tirer encore mieux profit de sa visibilité internationale pour attirer dans ses équipes un plus grand nombre de jeunes chercheurs (doctorants et post-doctorants) étrangers.

BIOGER est par ailleurs partenaire du LABEX Biodiversité, Agrosystèmes, Société, Climat (BASC) de l'IDEX Paris-Saclay.

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

Même si les activités sont majoritairement orientées vers la production de connaissances académiques, l'unité reste très active en termes de transfert de ces connaissances vers le secteur socio-économique. Elle a notamment des liens forts avec des instituts techniques tels qu'ARVALIS-Institut du Végétal et le CETIOM dans le cadre de ses activités (étiologie, diagnostic, suivis épidémiologiques) sur les maladies fongiques du blé et du colza. La proximité avec les laboratoires de pathologie végétale de ces deux instituts, présents sur le site de Grignon, et l'organisation de la plateforme BioGeR-Syst sont des éléments de renforcement de ces liens.



Les activités développées sur les résistances aux fongicides sont conduites en collaboration étroite avec les principales firmes phytopharmaceutiques mais aussi plus récemment avec l'ANSES. L'équipe AMAR assure par exemple la coordination du consortium « Septo-MDR » impliquant plusieurs industriels du secteur de l'Agrochimie. L'ensemble de ces partenariats s'est traduit par la conduite commune de plusieurs projets collaboratifs que ce soit dans le cadre de l'UMT Pivert dont BIOGER est l'un des membres fondateurs ou de projets bilatéraux. Ils ont également permis à l'unité de bénéficier de nombreux financements de thèse (environ un tiers des thèses préparées dans l'unité ont été financées ou co-financées sur ce type de projet collaboratif) dont 6 thèses financées dans le cadre du dispositif CIFRE. Le transfert vers la société, et en particulier dans le cadre d'une gestion durable des maladies, est attesté par l'implication des personnels de l'unité dans des réseaux nationaux de surveillance épidémiologique et dans l'observatoire des résistances aux fongicides, ainsi que par une activité d'expertise soutenue. Celle-ci concerne aussi bien les conseils sur la sélection et la gestion de variétés présentant des résistances durables aux champignons phytopathogènes, que des recommandations sur la prévention des risques biologiques et préconisations sur l'utilisation des pesticides auprès de diverses institutions (ANSES, OEPP ...).

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

### Structuration

L'unité BIOGER est actuellement structurée en 6 équipes :

- une équipe dont les activités sont centrées sur l'épidémiologie des principales maladies fongiques des céréales (rouilles, septorioses, fusarioses) et la gestion des résistances à ces maladies ;
- deux équipes impliquées dans des recherches sur l'agent de la pourriture grise, *B. cinerea*, et s'intéressant respectivement aux rôles des métabolites secondaires fongiques dans le processus infectieux et aux adaptations des champignons aux antifongiques. Ce dernier thème est également traité sur l'agent pathogène *Mycosphaerella graminicola* ;
- une équipe dont les recherches visent à comprendre les déterminismes de la pathogenèse chez l'agent de la nécrose du collet chez le colza ;
- une équipe étudiant les évolutions génomiques et populationnelles chez plusieurs espèces de champignons phytopathogènes (principalement celles servant de modèle dans l'unité) ;
- une sixième équipe, dont le projet concerne la pathogénicité de *Colletotrichum*, a été créée début 2013 suite à l'arrivée dans l'unité d'un chercheur étranger lauréat d'une chaire d'excellence ANR.

Cette organisation permet à l'unité d'afficher des compétences sur un panel d'espèces fongiques phytopathogènes 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 sont à effectifs assez faibles, compte tenu de l'ampleur et de l'aspect concurrentiel des sujets traités, ce qui pourrait présenter à terme un risque pour le maintien de leur compétitivité et/ou de leur visibilité. Ce risque est renforcé par le fait que l'unité aura à gérer dans les années à venir des départs à la retraite (presque la moitié du personnel est dans la catégorie seniors (>50 ans) et une érosion possible du personnel, en particulier de soutien technique à la recherche, dans la perspective d'une relocalisation sur le plateau de Saclay.

### Ressources mutualisées

L'unité dispose également de deux plateformes : BiogeR-Syst (créée en 2008) et BIOGER-URGI (localisée au sein de l'URGI du centre INRA de Versailles) dont les domaines d'action (systématique fongique et bioinformatique) sont tout à fait pertinents par rapport aux thématiques développées à BIOGER. Toutes deux disposent de personnels dédiés. Le regroupement de l'ensemble des personnels de l'unité dans un lieu unique a favorisé l'accès à la plateforme BiogeR-Syst et l'organisation de ressources mutualisées. Celles-ci sont constituées par :

- un plateau technique de génotypage et séquençage dont les activités sont en légère baisse ces dernières années du fait de la montée en puissance des projets faisant appel au séquençage massif extériorisé ;
- un ensemble de services communs affectés à différentes missions d'intérêt général telles que par exemple la gestion de l'unité, du bâtiment, les expérimentations en serres, la préparation des milieux. La plus-value apportée par ces services communs pour le bon fonctionnement de l'unité et le soutien aux projets de recherche a été unanimement soulignée par l'ensemble des personnels.

### Pilotage et animation scientifique

Pour son pilotage, l'unité dispose :

- d'un comité de direction (chefs d'équipes et direction) qui se réunit environ tous les deux mois pour débattre d'éléments stratégiques pour l'unité ;
- d'un conseil d'unité (membres élus et nommés représentant toutes les catégories de personnels) qui se réunit mensuellement sur des sujets liés au fonctionnement collectif de l'unité. Il a été souligné par les personnels la nécessité de renouveler plus régulièrement la composition de ce conseil ;
- d'assemblées générales ouvertes à tous pour tenir informés les personnels des évolutions de grands projets structurants impliquant l'unité (ex : projet Idex Paris-Saclay) et échanger sur l'actualité scientifique (appels à projets). Le personnel d'appui à la recherche a évoqué son souhait que cette instance se réunisse plus fréquemment (actuellement environ une assemblée par an).

Il n'a pas été fait mention de l'existence d'un règlement intérieur d'unité qui permettrait sans doute de bien fixer les règles de fonctionnement (composition, missions, fréquence de réunion) de ces diverses instances.

Concernant sa politique budgétaire, un fonds commun est abondé par les crédits récurrents (85%) et un prélèvement de 30% sur les contrats. Ce fonds commun représente en moyenne 270 k€, les ressources financières totales de l'unité s'élevant environ à 1 000 k€ (hors salaires). Ce montant est relativement stable sur la période évaluée bien que le montant des crédits récurrents affectés par les tutelles soit en baisse régulière depuis 2009.

Suite au déménagement dans ses nouveaux locaux, l'unité a pu remettre à plat sa politique en terme de prévention des risques qui maintenant est prise en charge par 3 agents et couvre l'ensemble des locaux occupés par les personnels. L'organisation de ce système de prévention est réalisée en cohérence avec le document unique OPPI mis en place par la tutelle INRA. Il n'a pas été fait mention par contre de la mise en place d'une démarche qualité.

L'unité a accueilli durant la période évaluée un nombre significatif de personnels en CDD (35 contractuels hors stagiaires et doctorants) pour une durée moyenne de 13 mois. Il est nécessaire que l'unité gère au mieux en terme d'intégration cette augmentation continue du ratio personnels contractuels / personnels permanents, qui n'est pas propre à BIOGER. Les personnels sous contrat, comme les autres personnels, ont pu bénéficier du plan de formation de l'unité (presque 10 000 heures de formations au total entre 2008 et 2013 pour l'ensemble des personnels). Il est cependant souhaitable que les personnels contractuels soient aussi incités à participer plus à la vie de l'unité, par exemple en s'impliquant dans certaines responsabilités collectives.

L'animation scientifique est réalisée sous forme de séminaires internes (bi-mensuels) qui permettent notamment aux doctorants de présenter leur sujet et l'avancée de leurs travaux et d'un séminaire annuel d'une journée durant laquelle chaque équipe présente ses résultats et perspectives. Depuis 2012, un journal club a également été mis en place. Il s'agit là d'un outil d'animation important pour lequel la participation à tous les niveaux est indispensable et sur lequel les jeunes chercheurs (permanents ou non) doivent être particulièrement proactifs.

Les personnels de l'unité BIOGER semblent très soudés comme en témoigne l'organisation régulière de plusieurs évènements à caractère social et la mise en place par les personnels d'appui à la recherche d'une table ronde ITA ouverte à tous.

Enfin, le comité a noté que la composition de l'unité en terme de parité était quasiment parfaite et que la représentation du personnel féminin aux postes de responsabilité était remarquable.

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

En plus des 2 EC de l'unité BIOGER qui assurent dans le cadre de leur service statutaire les enseignements de pathologie végétale, protection des cultures, génétique et biostatistique dispensés aux élèves ingénieurs d'AgroParisTech, certains chercheurs de l'unité sont également impliqués dans des formations de spécialisation d'ingénieur et dans les enseignements de phytopathologie du Master Sciences du Végétal cohabilité AgroParisTech et Université de Paris 11 dans lesquels ils assurent aussi des responsabilités de modules. L'unité a d'autre part accueilli en stage 35 étudiants sur la période évaluée dont une vingtaine de niveau Bac+4 - Bac+5. A noter une origine assez diversifiée des étudiants accueillis dans le cadre de leur stage de Master 2.



Durant cette même période l'unité a accueilli 31 doctorants dont 10 sont actuellement en cours, tous ont été ou sont financés. Ceci correspond à une progression significative (plus du double) par rapport au précédent contrat. La plupart de ces doctorants sont rattachés à l'École Doctorale (ED) n°145 (SdV), les autres étant inscrits à l'ED n°435 (ABIES). Dans cette dernière, BIOGER est essentiellement représentée par une seule équipe mais ce rattachement est stratégique pour cette ED dans un contexte agro-écologique. La rencontre du comité avec les directions de ces deux ED a confirmé que BIOGER était très active dans le fonctionnement de l'ED 145 (SdV) avec notamment la présence de deux membres dans le conseil de l'école doctorale et une participation régulière au jury de concours. Concernant ce dernier, BIOGER a su attirer de très bons candidats sur ses sujets ce qui lui a permis d'être très performante pour capter plusieurs allocations doctorales ministérielles ainsi que 2 Contrats Jeunes Scientifiques (CJS). La durée des thèses effectuées dans l'unité est tout à fait conforme à la moyenne affichée par l'ED 145 (41 mois) qui n'a pas mémoire de cas difficile à gérer pour des doctorants formés à BIOGER. Cette unité a mis en place un système efficace de suivi du devenir de ses doctorants diplômés et ces données sont régulièrement transmises aux deux ED.

Il semble que peu de doctorants de l'unité soient impliqués dans des activités d'enseignement (vacations, monitorat). Pour ceux qui ont le métier d'enseignant-chercheur comme projet professionnel, cela peut constituer un lourd handicap. Il serait nécessaire que l'unité et les tutelles fassent de leur mieux pour favoriser l'apprentissage du métier d'enseignant du supérieur aux doctorants qui le souhaiteraient. A ce titre, AgroParisTech a pour projet de constituer un pool d'heures d'enseignement qui pourrait être proposé en vacations aux doctorants. Il est recommandé que les doctorants de BIOGER soient bien informés de ce dispositif.

Le comité constate que l'effectif HDR de l'unité est assez faible (6 durant la période évaluée) avec notamment plusieurs équipes dont la capacité de direction de thèse est très limitée (1 HDR) voire nulle (0 HDR). Aucune HDR n'a été soutenue au cours de la période évaluée, mais le comité note avec satisfaction que plusieurs scientifiques ont prévu de soutenir leur HDR dans un avenir proche.

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

L'unité prévoit pour le contrat à venir de conserver sa nouvelle structuration en 6 équipes, chacune élaborant ses priorités scientifiques, celles-ci s'intégrant dans 3 thèmes transversaux définis collectivement au niveau de l'unité. Ces thèmes constituent les piliers du projet scientifique de l'unité et sont pertinents par rapport d'une part aux enjeux économiques et environnementaux liés à la gestion durable de la santé des plantes et, d'autre part, aux expertises développées par les équipes de l'unité. Celles-ci sont déjà fortement pluridisciplinaires et ont démontré durant la période évaluée leur capacité à mutualiser leurs compétences autour de questions de recherche communes (on dénombre ainsi 23 publications inter-équipes dans le bilan). Il serait cependant utile de prévoir la mise en place d'une animation scientifique spécifique (séminaires, journal club) centrée autour de ces axes transversaux et de leur attribuer des responsables pour accompagner leur montée en puissance. Le premier thème transversal concerne la caractérisation du rôle des effecteurs fongiques (protéiques ou non) dans le processus infectieux, l'identification de leurs cibles et la régulation de leur expression. Pour ce dernier point, la possibilité d'une régulation épigénétique par modification de la structure de la chromatine sera explorée. Ce type de régulation a encore été peu étudié dans le cadre de la pathogenèse fongique et il s'agit donc d'une piste extrêmement originale au niveau international mais dont la prise de risque est limitée car reposant sur des résultats préliminaires convaincants. La présence dans l'unité d'un spécialiste de ce domaine doit constituer également une plus-value indéniable sur cet axe transversal notamment dans le cadre du développement d'approches de biologie cellulaire de haut niveau. Les autres thèmes transversaux, « adaptation des champignons phytopathogènes à leur environnement (plante hôte, méthodes de lutte, climat) », « durabilité des méthodes de lutte (chimique et génétique) » font tous appel à des approches multi-échelles allant de la génomique à l'analyse des populations fongiques (diversité, évolution) dont l'intégration devrait permettre la construction de modèles pertinents visant à définir des stratégies durables de lutte contre les champignons pathogènes. La diversité des compétences présentes dans l'unité, le ciblage de ces thèmes sur des espèces fongiques (*Botrytis*, *Leptosphaeria*, *Puccinia*, *Mycosphaerella*) sur lesquelles son expertise est reconnue, et le renforcement récent en compétences en modélisation (recrutement d'une MCF et d'une CR) confortent la faisabilité à 5 ans de ce projet d'unité.

Plusieurs grands programmes structurants existant (LABEX BASC) ou en cours (IDEX Paris-Saclay) impliquent directement l'unité BIOGER. Le lien avec ces programmes apparaît stratégique pour l'ensemble des scientifiques de BIOGER tant pour la participation à des projets que l'insertion dans des réseaux. C'est également l'opportunité de renforcer ses liens avec d'autres unités des sciences du végétal dont certaines sont présentes sur le site de Grignon (EGC, Agronomie, SADAPT). Le positionnement de l'unité par rapport à ces programmes aurait mérité d'être mieux développé tant du point de vue de leurs conséquences sur sa politique scientifique et ses relations avec les filières que sur les aspects de localisation de l'unité. En effet, le regroupement de différentes entités de recherche sur le pôle Agro-Écologie de l'Université Paris-Saclay va imposer un nouveau déménagement des personnels de l'unité vers le plateau de Saclay à la fin du prochain contrat.



## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Epidémiologie

**Nom du responsable :** M. Frédéric SUFFERT

**Effectifs**

<b>Effectifs de l'équipe</b>	<b>Nombre au 30/06/2013</b>	<b>Nombre au 01/01/2015</b>
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1	2
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	2
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	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)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>12</b>	<b>12</b>

<b>Effectifs de l'équipe</b>	<b>Nombre au 30/06/2013</b>	<b>Nombre au 01/01/2015</b>
Doctorants	5	
Thèses soutenues	9	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	3	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	2

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe « épidémiologie » a pour but d'analyser comment les populations d'agents pathogènes du blé s'adaptent aux populations hôtes, comment cela affecte le risque épidémique et quelles sont les conséquences pour une gestion durable des résistances variétales.

Les travaux de l'équipe sont organisés en 3 axes principaux :

- Gestion durable des résistances
- Analyse du risque épidémique
- Structure et évolution des populations parasites

Le premier axe combine deux approches originales. D'une part, l'échelle du paysage est prise en compte. Il s'agit d'une approche très novatrice, et souvent difficile à mettre œuvre du fait de la faible disponibilité de données. En collaborant avec l'Institut du Végétal Arvalis, l'équipe a pu en partie lever cette difficulté. L'utilisation conjointe de l'analyse de données et de la modélisation a permis de produire des résultats marquants sur l'effet de la structure du paysage sur la structure de la population de rouille et sur la sévérité des épidémies. Pour la seconde approche, les résultats obtenus par l'équipe sur l'identification des composantes de la résistance quantitative des variétés existantes de blé, leur impact sur l'évolution des traits de vie des rouilles et les compromis évolutifs entre traits de vie de la rouille sont significatifs et devraient permettre à terme de mieux raisonner l'intégration de la résistance quantitative dans les stratégies de lutte. Le second axe vise à analyser les risques épidémiques. Cet axe est moins novateur mais reste indispensable à la stratégie globale de l'équipe. L'accent mis sur l'initiation des épidémies et le passage d'inoculum entre saisons est cohérent avec les approches à l'échelle du paysage précédemment évoquées et devrait renforcer la capacité de l'équipe à prédire les risques épidémiques, et en particulier pour les changements de pratiques culturales. Il est toutefois étonnant que la dimension changement du climat ne soit pas évoquée dans cet axe sur les risques épidémiques. Le troisième axe concerne la structure des populations d'agents pathogènes. Des résultats marquants ont été obtenus sur la structure mondiale des populations de rouille jaune, avec l'identification du centre de diversité du parasite en Asie centrale (Chine, Pakistan) et la mise en évidence de l'occurrence de reproduction sexuée dans cette région. Ces travaux sont déterminants pour expliquer l'évolution récente des populations européennes de rouille jaune avec l'apparition récente de nouvelles races.

La production scientifique de l'équipe est excellente tant en termes de nombre d'article par ETP recherche , (2,2 articles / ETP/ an) qu'en termes de qualité (51 % des articles dans le premier quartile des IF du domaine). La productivité a augmenté durant le dernier quinquennal avec un nombre accru de publications dans des revues de plus grande notoriété. Les travaux effectués ont donné lieu à des publications marquantes (plusieurs *New Phytologist*, *Molecular Ecology*). Des articles de synthèse et chapitres d'ouvrage ont aussi été produits (en particulier dans *Annual Review of Phytopathology*, une excellente revue).

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

Cette équipe a de solides ressources assises sur une bonne intégration dans le tissu de recherche français et européen comme en témoigne la participation soutenue à des contrats UE et ANR (dont une ANR coordonnée par l'équipe). Elle a été coordinatrice de workpackages dans 3 contrats UE/ANR. Le réseau de collaborations a permis à BIOGER d'être leader pour les études de phylogéographie de la rouille jaune au niveau Eurasie. L'équipe n'a pas attiré de post-doctorant étranger au cours du dernier quinquennal, mais a, par contre, accueilli 3 doctorants étrangers financés sur des bourses de leurs pays (Liban, Pakistan et Tunisie).

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

L'implication importante dans l'enseignement doit être soulignée. Cela se traduit par la présence de deux enseignants-chercheurs dans l'équipe (un professeur et un maître de conférences). Un projet d'enseignement de l'épidémiologie végétale est développé auquel seront aussi associés les chercheurs INRA. Les compétences disponibles dans les différentes composantes de l'épidémiologie (modélisation, épidémiologie expérimentale, structure des populations) donnent la possibilité de développer un enseignement de qualité. Il faut souligner que ce projet répond à un besoin significatif. En effet, l'enseignement de l'épidémiologie végétale reste très fragmenté et mal représenté à l'échelle française.

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

L'interaction de cette équipe avec la profession est excellente, c'est un atout fort de cette équipe qui se traduit par le bon soutien des travaux par la profession sous la forme de 3 allocations de thèse CIFRE et 3 autres thèses co-financées par ARVALIS plus un bon nombre de contrats de recherche obtenus auprès des porteurs d'enjeux. Il faut aussi souligner la bonne collaboration avec ARVALIS pour le suivi des populations françaises de rouilles. Ceci témoigne de la pertinence des choix en ce qui concerne l'impact de leurs recherches d'un point de vue socio-économique.

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

Le projet apparaît bien construit et solide. Outre la poursuite des travaux sur la durabilité des résistances et l'analyse du risque épidémique, s'ajoutent des perspectives sur l'adaptation à la température qui sont très pertinentes. En effet, dans la détermination des niches climatiques des agents pathogènes fongiques, le champignon est généralement pris comme un invariant et explorer ses capacités d'adaptation est un enjeu important. Les modèles étudiés, avec un agent dont les populations évoluent *via* des invasions de souches à besoins thermiques différents à partir du centre de diversité et un autre où la co-existence dans la saison et les régions de souches à adaptations thermiques différentes, permettent de bien explorer la problématique. L'ensemble du projet est assis sur la solide expertise de l'équipe en matière d'épidémiologie des maladies des céréales, ce qui devrait garantir sa faisabilité de même que le renforcement récent de l'équipe pour la compétence de modélisation. L'équipe « épidémiologie » a connu cette dernière année de nombreux mouvements (départ du responsable d'équipe, arrivée de plusieurs jeunes scientifiques, recrutement d'un CR1 comme PR AgroParisTech). Dans ce contexte, la stratégie de l'équipe apparaît cohérente et bien intégrée. De multiples projets communs démontrent la solidité des collaborations intra-équipe. Un recentrage sur les rouilles et la septoriose a été prévu, les fusarioses étant mises de côté. Cette évolution paraît pertinente au vu de l'évolution du personnel avec le départ du DR en charge du projet fusariose. Si les fusarioses permettent d'aborder l'évolution d'un complexe parasitaire, l'aspect production de mycotoxines est une thématique un peu à part dans la stratégie de l'équipe ce qui justifie effectivement son abandon. En parallèle, le développement des travaux sur la septoriose devrait permettre des interactions soutenues avec les autres équipes de Bioger qui abordent ce modèle biologique.

## Conclusion

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

Les points forts de l'équipe « épidémiologie » sont d'associer une forte expertise sur l'épidémiologie des maladies fongiques du blé avec des compétences de modélisation et de génétique des populations. Ces compétences sont mises au service d'un projet solide et novateur sur un hôte important agronomiquement. Le projet bénéficie d'un solide appui de l'environnement social et économique. Les perspectives de collaboration avec l'équipe AMAR sur les aspects modélisation / durabilité des fongicides apparaissent pertinentes et devraient renforcer la cohésion de l'UMR. L'effort de l'équipe dans le domaine de la formation par la recherche est aussi à souligner, avec la présence de 2 HDR pour 6 scientifiques et deux projets d'HDR pour le prochain quinquennal.

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

Un risque pour le projet est par contre que les faibles ressources en épidémiologie végétale en France limitent le développement des différents travaux envisagés aux échelles du paysage ou du pays. L'équipe a perçu ce risque et a développé un projet transversal épidémiologie-surveillance. Ce type de travail qui nécessite une couverture nationale ne peut toutefois pas être fait efficacement par une seule équipe INRA.

### ▪ *Recommandations :*

L'équipe a démontré au cours du dernier contrat sa capacité à mener un projet ambitieux qui se traduit par un très bon niveau de publication sur les 5 dernières années. La stratégie développée est pertinente et le comité invite l'équipe à poursuivre dans cette voie. La bonne intégration dans l'unité, en particulier dans le cadre des axes transversaux, devra toutefois être poursuivie. Les collaborations avec d'autres équipes devraient dépasser les aspects méthodologiques de la modélisation et pourraient se développer dans les aspects génétiques des populations sur des modèles biologiques communs, en particulier pour les collectes d'isolats. La montée en puissance du modèle septoriose du blé devrait favoriser ces interactions.



**Équipe 2 :** Antifongiques, Mode d'Action et Résistance (AMAR)

Nom du responsable : M<sup>me</sup> Sabine FILLINGER

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)	5	6
<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>9</b>	<b>9</b>

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



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le contexte actuel de la lutte contre les champignons phytopathogènes en Europe, caractérisé par la diminution du nombre et de la diversité des substances actives antifongiques homologuées et la promotion de la protection intégrée des maladies, a conduit l'équipe AMAR à focaliser ses activités de recherche sur trois axes complémentaires :

1. la compréhension des interactions fongicide-champignons phytopathogènes ;
2. l'étude des mécanismes adaptatifs et évolutifs des champignons impliqués dans les résistances aux fongicides ;
3. le développement de stratégies visant à gérer, d'une façon durable, les résistances des populations fongiques et assurer une meilleure durabilité des matières actives antifongiques.

Pour appréhender ces trois axes d'une façon intégrative, AMAR dispose d'une équipe pluridisciplinaire composée de spécialistes en génétique moléculaire, biochimie, génétique des populations, agronomie et, depuis peu (juin 2013), en modélisation.

Deux modèles biologiques sont particulièrement étudiés : la pourriture grise engendrée par *Botrytis cinerea* et la septoriose du blé causée par *Mycosphaerella graminicola*. Il s'agit de deux champignons ascomycètes causant d'importantes maladies en France notamment et se reproduisant de façon sexuée et asexuée conduisant à des modèles évolutifs complexes et distincts.

Le premier axe s'intéresse particulièrement à la perception du signal antifongique par la cellule fongique et l'adaptation des réponses cellulaires. Les voies métaboliques impliquées par l'action de deux familles de fongicides, dicarboximides et phénylpyrroles, sur le modèle *B. cinerea* sont étudiées par des analyses biochimiques et l'analyse du phosphoprotéome. En outre, les interactions entre le fenhexamid et les champignons phytopathogènes sont étudiées par des études enzymatiques sur des souches résistantes et sensibles mettant en évidence les différences de niveau d'inhibition des protéines cibles selon le niveau de sensibilité des souches au fongicide. Les travaux de recherche dans ce domaine ont conduit à des publications reconnues au plan international (ex : Fungal Genet Biol). Une nouvelle approche intéressante et novatrice, la modélisation des structures tri-dimensionnelles des interactions fongicide-cible, devrait permettre de mieux évaluer les risques de développement de résistance relativement à de nouvelles molécules.

Le deuxième axe se base sur un suivi de l'évolution de la résistance de diverses populations de champignons phytopathogènes aux différentes substances actives. L'approche suivie est très pertinente : elle cumule la mise en place d'un observatoire permettant le suivi de l'évolution spatio-temporelle du niveau de résistance des populations fongiques aux fongicides utilisés dans la pratique, la collecte du matériel biologique, la mise en évidence de phénotypes nouveaux (souches MDR), la caractérisation des mécanismes de résistance et l'analyse comparative de la fitness des souches en fonction de leur niveau et type de résistance. Ces recherches ont conduit à la publication de plusieurs articles dans des revues scientifiques internationales à très bon facteur d'impact (ex : PLoS Pathogens) et à la reconnaissance de l'expertise de l'équipe à un niveau européen et mondial dans la compréhension des mécanismes moléculaires liés aux différents types de résistances aux fongicides. En outre, l'identification des mutations responsables des résistances a permis le développement de nouveaux outils moléculaires de détection des génotypes résistants. Les recherches sur la caractérisation des populations de *B. cinerea* ont aussi conduit à mieux connaître la diversité de l'espèce et à distinguer une nouvelle espèce, *B. pseudocinerea*.

Le troisième axe propose la gestion durable de la résistance des champignons, basée sur les connaissances acquises au sein des deux axes précédents et la mise en place d'expérimentations en champs en collaboration avec ARVALIS pour tester et valider les recommandations.



L'approche poursuivie par l'équipe est intéressante : elle vise à associer des recherches appliquées (souches isolées en champs et essais en champs) avec des recherches plus fondamentales (caractérisation des mécanismes moléculaires) pour proposer des stratégies de gestion durables des résistances. Un aspect novateur et constructif à souligner : conscient de l'intérêt potentiel de l'intégration des données pour le développement de stratégies de lutte, l'équipe s'est nouvellement enrichie d'une spécialiste en modélisation. L'élargissement à cette discipline permettra également à l'équipe d'intensifier ses collaborations avec l'équipe épidémiologie, pour qui cette discipline est également essentielle.

Sur la période 2008/2013, l'équipe a été constituée en moyenne de 3,4 ETP. Sur cette période, la production scientifique a été de 32 publications (ACL) au total pour un impact factor cumulé de plus de 105, soit un impact factor moyen par publication d'environ 3,3. Cela équivaut à une excellente moyenne en termes de qualité dans le domaine. Le choix des revues sélectionnées pour les publications des résultats de l'unité montre la motivation de l'équipe à publier dans des revues du domaine d'un très bon niveau international. Plus de 73% des articles de l'équipe ont été publiés dans des revues ACL qui sont dans le 1<sup>er</sup> quartile des revues du domaine.

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

L'expertise reconnue de l'équipe tant dans la compréhension des mécanismes de résistance et l'analyse de la valeur sélective (fitness) des souches résistantes se traduit par une implication active dans plusieurs réseaux nationaux (REX, R4P, REID-Champignons) et européens (ENDURE et OEPP). A noter une participation à deux articles de synthèse publiés par le consortium REX (Trends Ecol Evol et Evol Appl.). Sur la période 2008-2013, 20 contrats de recherche d'une durée de 1 à 4 ans ont été obtenus (dont 3 partenariats dans des projets ANR) notamment en collaboration avec d'autres équipes de l'INRA et avec des sociétés phytopharmaceutiques (4 contrats).

L'équipe a été invitée à 5 conférences, elle a participé à un nombre important de congrès internationaux (28 communications orales) et elle a participé à l'organisation de 8 conférences scientifiques (nationales et internationales) à différents niveaux (co-organisation, animation d'ateliers, participation aux comités scientifiques). Elle collabore avec plusieurs instituts et organismes nationaux compétents dans le domaine de la pathologie végétale (ARVALIS, ANSES, CITFL ...), avec des universités françaises mais aussi à l'étranger avec des instituts de recherche reconnus dans le domaine (Plant research international Wageningen, etc).

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

L'équipe se démarque par sa très bonne intégration et son rayonnement dans l'environnement social, économique et culturel. D'une part, l'équipe est associée à plusieurs travaux d'expertise à un niveau national et international et développe plusieurs projets co-financés par des entreprises (notamment du secteur agrochimique). D'autre part, elle réalise des publications de vulgarisation dans des revues telles que *Phytoma défense des végétaux*, *Perspectives agricoles* et elle participe en moyenne à 10 conférences par an destinées à la profession et à l'expertise dans son domaine d'activités ainsi qu'à des enseignements aux niveaux L3 à M2 (environ 60h/an). En outre, elle participe aux recommandations faites aux producteurs en matière d'utilisation des fongicides. Elle occupe une position très importante au plan national en apportant une expertise publique et neutre (par rapport aux industries phytopharmaceutiques) dans un domaine important. L'expertise de l'équipe est reconnue par la profession, les industriels et les scientifiques du domaine.

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

Sur la période 2008-2013, l'équipe a encadré 4 doctorants et un post-doctorant, a réalisé ses travaux de recherche en collaboration avec l'équipe de 2010 à 2013. Ce taux d'encadrement de jeunes chercheurs est en bonne adéquation avec l'effectif scientifique et surtout avec les capacités d'encadrement (une seule HDR).

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

En termes de projets, l'équipe poursuit les trois axes complémentaires suivants :

- l'étude des interactions fongicides-champignons phytopathogènes sur le plan cellulaire ;
- la compréhension des processus adaptatifs et évolutifs des champignons conduisant aux phénomènes de résistance à l'échelle de l'individu et de la population ;
- l'élaboration de stratégies de gestion durable de la résistance à l'échelle de l'agroécosystème.



Cette stratégie apparaît très pertinente et à promouvoir. La présentation du projet donne une bonne vision de la participation de l'équipe aux axes transversaux définis dans le projet de l'unité. Le recrutement d'une biomathématicienne dans l'équipe est très prometteur. La dynamique productive de l'équipe est très appréciée.

## Conclusion

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

Les recherches conduites par AMAR touchent un domaine important, celui de la durabilité de l'efficacité des fongicides. Dans ce domaine, c'est une des rares équipes qui s'intéressent aux cibles des fongicides. L'intégration des connaissances dans ce domaine à l'échelle de la cellule, de l'individu, de la population et de l'agroécosystème constitue un atout.

Le rayonnement de l'équipe est attesté par un ensemble de réseaux nationaux et internationaux et par les contrats passés avec les sociétés privées ; cela démontre le dynamisme de l'équipe et sa capacité à acquérir des financements.

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

Une seule personne de l'équipe est habilitée à diriger des recherches. Ce fait pourrait constituer un facteur limitant à l'avenir pour une montée en puissance de l'équipe.

### ▪ *Recommandations :*

AMAR apparaît comme une équipe dynamique et créative dont les composantes sont très complémentaires et adaptées pour la conduite de recherches dans le domaine en question. La bonne production scientifique et le rayonnement au niveau national et international en témoignent. Dans la perspective d'une évolution continue de l'équipe, nous encourageons d'autres personnes à demander une habilitation à diriger des recherches. En outre, vu certaines thématiques communes traitées par les équipes AMAR et Epidémiologie, nous soutenons leur objectif commun de travail conjoint sur la modélisation en intégrant non seulement la résistance aux fongicides et mais aussi la résistance des plantes aux pathogènes (thème transversal « Gestion Durable »).



**Équipe 3 :** Effecteurs et Pathogenèse chez *Leptosphaeria maculans* (EPLM)

Nom du responsable : M. Thierry ROUXEL

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	5
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	4	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>8</b>	<b>9</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	1	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	2

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les activités de cette équipe sont concentrées sur l'agent de la nécrose du collet des crucifères (ou Phoma du colza) : *Leptosphaeria maculans*. L'effectif de taille moyenne, constitué de cinq scientifiques, a été très stable au cours des 5 dernières années (un retraité en 2010). Elle a étudié cette maladie en utilisant une approche multi-disciplinaire intégrée, comprenant la biologie des populations, la génomique, la génomique fonctionnelle et la biologie structurale. Sans aucun doute, c'est une des principales équipes de recherche dans le monde spécialisées sur *Leptosphaeria*.

Le point culminant de la production de cette équipe est l'achèvement du séquençage, l'annotation et l'analyse du génome de *L. maculans*. Ces travaux, publiés dans *Nature Communications*, ont été produits par un grand consortium international coordonné par le responsable de l'équipe avec des apports importants provenant d'autres membres de cette équipe et de BIOGER (qui constituent plus de la moitié des auteurs). L'impact du papier (nombre de citations : 65 \*) va croître pendant de nombreuses années, au-delà du cercle immédiat des spécialistes de ce champignon. Une des conclusions remarquables d'intérêt général est la subdivision du génome en «isochores» d'éléments hautement répétés qui ont subi des mutations importantes "Repeated-Induced Point" (RIP). Ces régions contiennent un grand nombre de gènes codant pour des effecteurs de pathogénie.

D'autres contributions importantes sont l'analyse de la structure de la population mondiale, de l'émergence et la dispersion de souches de *L. maculans*, une étude sur le rôle joué par les éléments transposables dans l'évolution des races et des espèces du complexe *Leptosphaeria*, les études sur les gènes d'virulence et les gènes de résistance correspondants chez les hôtes. En outre, cette équipe a mis en évidence le rôle d'une régulation épigénétique dans le contrôle de l'expression des effecteurs. Le dossier de publication est remarquable en termes de qualité: la plupart des articles publiés dans des revues à comité de lecture apparaissent dans des revues spécialisées de très bon niveau et trois d'entre eux sont dans des revues «généralistes» d'intérêt multi-disciplinaire. Ces contributions sont appuyées par des articles et chapitres de livres. Il est clair que dans la majorité des cas, ces documents ont été amenés et réalisés par des membres de l'équipe qui ont joué un rôle majeur dans leur production.

\*Google Scholar, le 10/01/2013

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

EPLM a conduit un certain nombre de collaborations importantes avec des partenaires nationaux et internationaux. Elle a également contribué à certaines activités menées par d'autres groupes / chercheurs. Cette équipe est impliquée dans de nombreuses collaborations nationales et internationales avec des institutions à travers le monde entier. Ces collaborations ont été très fructueuses en termes de production scientifique. Sa position internationale, et notamment de son responsable, est attestée par le grand nombre de conférences invitées dans des congrès scientifiques. En revanche, la composition de cette équipe est essentiellement nationale. Nous notons ici qu'il faudrait explorer la possibilité d'attirer des scientifiques étrangers (doctorants, post-doctorants, chercheurs). Au vu de la réputation de premier plan, de l'excellence et de la production de cette équipe, celle-ci a un grand potentiel de croissance.

L'équipe devrait envisager une stratégie efficace pour promouvoir et soutenir le développement de la carrière des chercheurs, en particulier en ce qui concerne le "leadership" dans les publications, demandes de subvention et présentations à des conférences sur la scène internationale. Cette équipe est en excellente position pour agir comme tremplin pour un ou plusieurs futurs "leaders" dans ce domaine de recherche.

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

L'équipe a réalisé quelques actions de médiation scientifique, principalement à travers la participation à des réunions publiques dans les salons agronomiques et une visite dans les écoles. On notera également une interaction forte avec le CETIOM qui met l'accent sur l'importance de la thématique de gestion de la résistance. Ce sujet a un intérêt inter-équipe majeur au sein de l'unité et constitue une valeur ajoutée pour BIOGER.

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

Au cours de la période visée, un bon nombre d'étudiants en thèse (6) ont été formés dans cette équipe. La majorité des directions de thèses repose sur les épaules du responsable d'équipe (qui est le seul à détenir une HDR - une de plus est cependant prévue d'ici à 2015), avec une contribution répartie entre les autres chercheurs de l'équipe.

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

Les perspectives pour le prochain contrat constituent un développement de la stratégie, très réussie, de recherche suivie jusqu'ici. Plus précisément, l'équipe poursuivra l'analyse fonctionnelle des interactions complexes entre les protéines d'avorulence et de résistance associées, développera une analyse détaillée des gènes nécessaires aux étapes tardives de l'infection menant à la nécrose de la tige en se focalisant particulièrement sur le rôle que ces effecteurs peuvent avoir dans ce stade biologique critique. Ces travaux seront effectués par l'intégration des méthodologies avancées de génétique (analyse de QTL), transcriptomique et métagénomique. Les perspectives incluent également l'étude du rôle joué par la régulation épigénétique de l'expression des effecteurs, les mécanismes qui sous-tendent la résistance non-hôte et l'adaptation des agents pathogènes (en collaboration avec d'autres équipes dans BIOGER). Le déploiement de toutes ces thématiques nécessitera d'apporter un soin particulier dans l'allocation des ressources, en particulier pour le développement du sujet émergent très prometteur concernant le rôle joué par l'épigénétique dans les interactions plantes-microorganismes et la pathologie végétale.

### Conclusion

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

Il s'agit d'une équipe reconnue avec une excellente réputation au plus haut niveau de performance international. L'équipe a été très stable, est équilibrée, et dispose d'un certain nombre d'excellentes compétences. Elle a été dirigée par un directeur reconnu, avec le soutien d'autres chercheurs établis. L'équipe a su développer de très bonnes collaborations qui améliorent sa réputation et s'appuient sur les capacités des spécialistes internes. L'équipe dispose d'un bilan raisonnable de financement, et est bien positionnée pour répondre à des appels d'offre, et tenter d'obtenir des soutiens internationaux.

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

Le groupe a étonnamment peu de membres étrangers (doctorants, post-doctorants, chercheurs) et n'a pas atteint son potentiel maximum d'exploitation des possibilités offertes par les sources externes de financement et de personnel.

#### ▪ **Recommandations :**

La nouvelle responsable de l'équipe est encouragée à accroître son personnel international à travers les différents canaux disponibles pour leur financement (par exemple Marie-Curie de formation / ERC / PSFH / EMBO), éventuellement en partenariat avec d'autres institutions. Nous approuvons l'évolution en ce sens attestée par l'envoi d'un jeune chercheur dans un laboratoire étranger (MPI Marburg), et encourageons fortement à prendre des mesures similaires pour attirer des scientifiques de l'étranger. Cette voie peut se révéler particulièrement appropriée pour renforcer l'étude du contrôle épigénétique de l'expression des gènes chez *L. maculans*, et est essentielle si le groupe souhaite devenir un acteur majeur dans le domaine de l'épigénétique dans la biologie des champignons.



**Équipe 4 :** Métabolisme Secondaire & Nérotrophie chez *Botrytis cinerea* (MSN-Bot)

Nom du responsable : M<sup>me</sup> Muriel VIAUD

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	1	1
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	6	6
<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>7</b>	<b>7</b>

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

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les travaux de l'équipe MSN-Bot sont focalisés sur l'analyse du pouvoir infectieux du champignon, *Botrytis cinerea*, nécrotrophe pathogène de nombreuses cultures dont la vigne.

Durant la période évaluée, l'équipe a participé activement à l'analyse des génomes de *B. cinerea* et *Sclerotinia sclerotiorum*, comme le montre la position de co-premier auteur du chef d'équipe lors de la publication du génome dans un journal à fort impact (PLoS Genetics). Les analyses de génomique comparative couplées à des analyses de transcriptomique ont été efficacement utilisées afin d'identifier des loci requis à la synthèse de principaux métabolites secondaires (MS) phytotoxiques lors de l'infection par *B. cinerea*.

Les gènes requis à la synthèse et au transport des MSs sont organisés en clusters. L'équipe a ensuite utilisé ses compétences en génétique moléculaire pour démontrer l'implication des différents gènes du cluster dans la production des MSs et a ainsi pu prouver le rôle redondant de deux phytotoxines connues, l'acide botcinique et le botrydial. L'équipe a aussi progressé sur la régulation de l'expression des gènes contenus dans les clusters en montrant que la protéine Velvet, et donc probablement la lumière, était un facteur régulant la synthèse des MSs dont l'acide botcinique. Dans ce contexte de régulation, l'équipe a aussi mis en évidence un possible rôle des mécanismes de contrôle épigénétique, *via* la régulation de la structure chromatinienne, dans la régulation de l'expression de gènes du métabolisme secondaire. L'équipe s'est également intéressée à identifier des facteurs de transcription qui sont spécifiquement présents chez *Botrytis*. Ces facteurs sont particulièrement intéressants car ils pourraient être impliqués dans le contrôle spécifique du pouvoir pathogène et du développement pathogène. Un facteur de transcription régulant positivement l'expression des gènes présents dans le cluster requis à la synthèse du botrydial a été analysé plus spécifiquement.

L'équipe a démontré un fort dynamisme au regard du nombre et de la qualité des publications. En effet, 18 articles sont parus dans des revues à comité de relecture (1 est en révision) dont 80% dans des revues situées dans le premier quartile de leur domaine. Parmi ces publications, 2 sont dédiées à des analyses de « Génomique », 4 à la thématique « Génétique des Populations, Evolution » et 12 à la thématique « Analyse de la nécrotrophie, processus infectieux *via* des approches de génétique moléculaire ». Nous avons également noté un nombre important de publications en collaboration avec des équipes de BIOGER ou avec des collaborateurs nationaux ou internationaux.

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

Des collaborations sont affichées au niveau national et international dans la recherche académique sur le modèle *Botrytis* (signalisation et processus infectieux) et sur la caractérisation des métabolites secondaires (chimie des métabolites). Ces collaborations étroites ont donné lieu à au moins 8 publications ces 5 dernières années. Pour conforter ses collaborations, la responsable d'équipe a été coordinatrice d'un projet ANR Génoplante 2009-2011 et partenaire d'une ANR trilatérale BotBank 2009-2013.

L'équipe au cours des 5 dernières années a développé différents outils permettant la mise à disposition d'informations au travers de sites web aux chercheurs impliqués dans les projets. Un site web contenant un outil d'analyse de données d'expression générées par des puces a été créé ainsi que deux bases de données regroupant des données phénotypiques sur des mutants de *Botrytis*.

Un seul post-doctorant a été accueilli pour une durée de 20 mois. L'attractivité de l'équipe pour des chercheurs invités, des post-doctorants ou des doctorants mériterait d'être développée.

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

Des financements ont été obtenus auprès de professionnels, par exemple l'ANR Génoplante SafeGrape a été cofinancé par le comité national des inter professions des vins à appellation d'origine (CNIV) et un projet financé par les Pays de la Loire Physi'Ho dont le coordinateur est un horticulteur.

De plus, la responsable d'équipe a participé à des événements de communication auprès du grand public avec des articles de vulgarisation (Biofutur et revue des œnologues).





Etant donné l'effectif relativement faible de l'équipe, les activités dans la production de ressources et les actions de communication vers une audience de non-spécialistes sont louables et à mettre en avant.

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

(voir l'appréciation de l'ensemble de l'unité).

Aucun doctorant n'a été accueilli dans l'équipe au cours des 5 dernières années.

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

L'équipe propose lors des 5 prochaines années de se concentrer sur l'analyse et la caractérisation des métabolites secondaires (identification de nouveaux métabolites secondaires et implication dans le pouvoir pathogène), en se basant sur le savoir-faire déjà existant en génétique moléculaire au sein de l'équipe et en faisant appel aux collaborations internationales déjà existantes. On pourra noter la volonté de transversalité avec les équipes AMAR, EGIP et AMPC pour l'étude de MSs chez d'autres champignons phytopathogènes et pour tester l'hypothèse que les MSs seraient des acteurs de l'adaptation de certaines populations de *B. cinerea* à leur hôte (généraliste versus spécialiste). A plus long terme, il est envisagé de tester l'hypothèse que certains de ces métabolites secondaires pourraient être des effecteurs de nécrotrophie manipulant les réponses de défense des plantes. Cette question très intéressante pourrait constituer un projet à elle seule.

La deuxième partie du projet proposé s'intéresse à comprendre comment les métabolites secondaires sont produits au cours de la phase de nécrotrophie (régulation transcriptionnelle et signaux environnementaux). Cette partie est ambitieuse car elle propose (i) d'identifier des facteurs de transcription clefs, (ii) d'étudier le rôle de la structuration de la chromatine et (iii) de préciser le rôle des oxilipines. Là encore, une forte volonté de mettre en exergue les résultats de cette recherche avec ceux de l'équipe EPLM est clairement annoncée.

Le projet de recherche de cette équipe est focalisé sur deux questions majeures. Néanmoins, certaines sous-tâches apparaissent très ambitieuses vis-à-vis du potentiel humain de l'équipe (un chercheur non-HDR et 6 personnels techniques) et ce, malgré les collaborations importantes et le recrutement d'un étudiant en thèse en octobre 2013.

### Conclusion

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

Le thème de recherche de cette équipe cible un agent pathogène responsable de maladies importantes sur un grand nombre de cultures, de productions horticoles et pouvant aussi causer des dégâts post-récoltes. Le sujet d'étude est donc très clairement au cœur de la mission de BIOGER. Le choix de se concentrer sur l'importance des MSs dans le développement de la nécrotrophie et sur la régulation des gènes impliqués dans la synthèse de MSs est perçu de façon très positive et permet de situer l'équipe sur une thématique originale en France. La tentative de donner le terme d'effecteurs aux MSs est intéressante, car elle permet aux chercheurs de conceptualiser leurs recherches dans le cadre d'une thématique dominante aujourd'hui dans le domaine des interactions plantes-microorganismes. L'équipe présente de très bonnes compétences reconnues dans le domaine de la génétique moléculaire, sur lesquelles s'appuie le projet proposé.

La thématique développée permet d'envisager des liens forts avec d'autres équipes de l'unité (EGIP, AMPC, AMAR, EPLM). Le modèle d'étude de l'équipe, *Botrytis cinerea*, autorise également une bonne intégration dans les réseaux nationaux et internationaux de recherche académique et de recherche appliquée (réseau professionnel).

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

Bien que porteuse d'une thématique cohérente avec la thématique générale de l'unité BIOGER, présentant des interactions fortes avec d'autres équipes de l'unité, et ayant montré un fort dynamisme lors du précédent contrat, nous nous interrogeons sur la viabilité sur le long terme d'une équipe composée d'un seul chercheur (non-HDR) et de 6 personnels techniques. Dans le rapport écrit, il est fait mention de réponses à divers appels d'offres (AOs) ANR cette année. Les fonds alloués à cette équipe vont dépendre de la réponse à ces AOs. Sans recrutement (chercheurs contractuels et/ou permanents), il semble peu réaliste de mener à bien tous les projets présentés.



▪ **Recommandations :**

L'équipe a démontré au cours du dernier contrat son dynamisme pour mener à bien un projet ambitieux (analyse fonctionnelle post-génomique). Ce dynamisme se traduit par un très bon niveau de publication sur ces 5 dernières années. La fragilité de l'équipe est que son dynamisme repose sur une seule personne chercheur dans l'équipe. Il est indispensable que la responsable d'équipe puisse obtenir son HDR, d'autant qu'elle encadre désormais un étudiant en thèse. Il nous semble important qu'elle cherche à augmenter les capacités du groupe en terme d'effectifs chercheurs. Cela pourrait être envisagé en exploitant davantage les collaborations internationales existantes et en augmentant son réseau pour attirer des chercheurs et étudiants étrangers. Une autre possibilité serait de se rapprocher d'équipes existantes au sein de BIOGER (AMPC ou AMAR).

L'investissement de l'équipe dans l'animation de l'axe transversal 1 devrait permettre au projet MS de prendre son ampleur et sa faisabilité devrait s'en trouver améliorée.



**Équipe 5 :** Evolution et Génomique des Interactions Plante-pathogènes (EGIP)

Nom du responsable : M. Marc Henri LEBRUN

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	3	2
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	1
<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>6</b>	<b>4</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	1	
Thèses soutenues	5	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
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 EGIP a été créée en cours de contrat quadriennal et résulte de la fusion en 2011, des équipes PIM (Processus Infectieux de *Mycosphaerella*) et POP (Génétique des populations des champignons phytopathogènes). Cette équipe composée au niveau scientifique d'un DR (CNRS ; HDR), d'un Professeur (AgroParisTech, HDR ; jusqu'en 2012 puis mobilité géographique) et d'un MC (AgroParisTech), a été renforcée par l'arrivée de 2 CR INRA (en 2008 et 2011).

Le projet initial de PIM était centré sur l'analyse de la septoriose du blé (*Mycosphaerella* spp.) par une combinaison d'approches génomiques, génétiques et cellulaires. POP a développé des projets de recherche sur l'évolution des populations de l'oomycète *Bremia lactucae* et des champignons phytopathogènes *Botrytis cinerea* et *Mycosphaerella graminicola*. Les objectifs de l'équipe EGIP sont d'étudier l'évolution des populations pathogènes lors de leur adaptation à leurs plantes hôtes et leur environnement, et d'identifier les déterminants moléculaires impliqués. Le modèle privilégié pour ce projet de recherche associant des approches évolutives et fonctionnelles est l'ascomycète hémibiotrophe *M. graminicola* (ou *Septoria tritici*). Sur ce modèle, EGIP a développé au cours de ces dernières années des outils et des ressources biologiques en collaboration avec notamment des laboratoires européens de renom.

Les nombreux projets développés peuvent être regroupés en quatre points principaux :

1- Une contribution notable aux études populationnelles pour chacun des 3 modèles a été réalisée par EGIP à des échelles nationales ou mondiales. Ces études se sont appuyées sur les données récentes de séquençage des génomes de *B. cinerea* et de *M. graminicola*. Ces projets coordonnés par EGIP ont été réalisés en collaboration avec d'autres équipes de BIOGER, des partenaires privés (Gautier, RIJK ZWAAN, Arvalis) mais n'ont pas encore conduit à des publications ;

2- EGIP a participé activement à l'analyse de plusieurs génomes de champignons Ascomycètes phytopathogènes (*Botrytis*, *Sclerotinia*, *Leptosphaeria*, *Blumeria*, *Colletotrichum*) ou mycorhizien (*Tuber*). Ces travaux ont donné lieu à d'excellentes publications dans des journaux de très haut rang (Science, Nature, Nature Genetics, Nature communications) qui constituent des références du domaine. Un des faits marquants, coordonné par EGIP et MSN-Bot, est le séquençage conjoint et la comparaison des génomes de deux espèces de champignons nécrotrophes, *B. cinerea* et de *Sclerotinia sclerotiorum* (PloS Genetics, 2011). Cette approche de génomique comparative a été complétée par l'étude des transcriptomes, dans le cadre de l'ANR blanche SPECIAFONGE, de trois espèces de *Botrytis* afin d'identifier des gènes impliquées dans la spécificité d'hôtes ;

3- Des analyses fonctionnelles du processus infectieux ont été réalisées par des analyses du transcriptome du blé lors de l'infection par *M. graminicola*, dans le cadre de l'ANR Génomique TWIST coordonnée par EGIP.

Les résultats non encore publiés ont été utilisés dans différents programmes de sélection de blés résistants aux champignons. Une vingtaine d'effecteurs putatifs du parasitisme ainsi que de réseaux de régulation (MAP kinase Slt2/Mps1, modification de la chromatine) de *M. graminicola* et, en collaboration, de *Magnaporthe oryzae* ont été étudiés et ont permis de caractériser des mutants altérés dans leur pathogénie.

4- EGIP a également développé des études des déterminants de la résistance chez des monocotylédones (blé, orge, *Brachypodium*) à *Mycosphaerella* et *Puccinia*. Une nouvelle méthode de mesure de l'agressivité fongique à grande échelle a permis de phénotyper 110 souches de *M. graminicola* sur 30 cultivars de blé et d'évaluer le niveau de résistance d'une collection de plus de 200 cultivars de blé. En collaboration avec le groupe de R. Niks (WU, Pays Bas) et de N. Pecchioni (Italie), la résistance quantitative de l'orge et de *Brachypodium* aux rouilles a été caractérisée et des gènes candidats associés aux QTL identifiés. L'analyse de transcriptomes et de différents mutants de *Brachypodium* ont été également caractérisés et restent à valoriser.

Au total, l'ensemble des publications de l'équipe est excellent à la fois en termes de qualité et de quantité (31). Un nombre important est réalisé en collaboration. Il semble n'y avoir cependant que peu d'articles de revue et/ou chapitres d'ouvrage (2). Les résultats originaux obtenus avec le modèle *M. graminicola* doivent conduire à des articles de tout premier ordre.



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

L'équipe a participé à 8 projets et coordonné 6 projets au niveau national (BRG, INRA, 4 ANR). Au niveau européen, l'équipe a participé à un ITN Marie-Curie et participe au programme KBBE 2014-2018 WHEALBI. Ces projets, les invitations et l'organisation de conférences et les collaborations développées attestent de sa notoriété et de son excellente intégration dans les réseaux de recherche.

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

Du fait de l'importance économique des agents pathogènes étudiées, l'équipe EGIP a développé un très bon partenariat avec des acteurs socio-économiques leaders dans le domaine de la sélection variétale (Biogemma, Florimond-Desprez, Vilmorin, GIE Blé dur, Gautier semences et Rijk Zwaan) et de l'institut technique du végétal Arvalis. Ce partenariat a notamment conduit à des financements de projets portés par des professionnels. L'équipe EGIP a ainsi pu transférer à différents programmes de sélection variétale une liste de gènes candidats pour la sélection de résistance du blé aux champignons. Une nouvelle méthode de phénotypage à grande échelle a également été développée.

L'équipe a participé très ponctuellement à des manifestations publiques (Salon de l'Agriculture) et à la rédaction de deux articles de vulgarisation pour les professionnels ou le grand public (Revue des Œnologues et Biofutur).

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

L'enseignant-chercheur et le DR de l'équipe sont très impliqués dans l'organisation de trois Masters (Master Sciences du Végétal de l'Université Paris Sud, Master Ingénieur Esitpa de Rouen et Protection des Plantes et Environnement Agrocampus Ouest- AgroParisTech - Montpellier SupAgro) et dans l'enseignement de la phytopathologie (AgroParisTech).

L'équipe EGIP a formé 5 docteurs dont 4 en co-direction ou co-tutelle. Une seule thèse, initiée en 2010, est actuellement en cours.

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

Le projet de l'équipe EGIP a pour objectif de comprendre comment les champignons pathogènes, et plus particulièrement *M. graminicola*, s'adaptent à leur plante hôte et aux variations de l'environnement. Afin d'atteindre cet objectif, l'équipe développera 2 axes principaux centrés sur l'étude de l'évolution des populations et des génomes fongiques et des mécanismes de l'infection.

L'approche de génétique d'association (GWA, Genome Wide Association) appliquée aux populations de *M. graminicola* permettra de caractériser la base génétique de caractères complexes (virulence, agressivité, adaptation à des changements environnementaux). Ce projet est soutenu par un projet JGI-CSP, un projet ANR (BIOADAPT 2013-2016 GANDALF) et un projet AgroParisTech. Parallèlement, l'étude des mécanismes d'adaptation des populations de *M. graminicola* à différentes plantes hôtes (blé tendre/blé dur) sera réalisée à partir d'une collection d'isolats collectés dans plusieurs régions françaises (projet CTPS Septodur, projet ANR soumis). Ces projets seront réalisés en collaboration avec l'URGI et l'équipe Epidémiologie.

Le second axe est centré sur l'étude des mécanismes impliqués dans le processus infectieux fongique. Ce projet est basé sur les données obtenues au cours de ce quinquennal, notamment par des approches de transcriptomique à haut débit. L'analyse des effecteurs de pathogénie par des approches fonctionnelles et évolutives complètera l'étude des réseaux de régulation du processus infectieux.

L'atout de ce projet original et très ambitieux est le développement au cours des dernières années d'outils et de ressources biologiques uniques chez *M. graminicola* par l'équipe, ainsi qu'à l'extérieur (séquençage du génome). Ce projet s'intègre parfaitement aux thématiques transversales développées au sein de BIOGER, concernant l'adaptation des champignons phytopathogènes et les mécanismes infectieux. La focalisation sur un seul modèle d'étude d'importance agronomique est cohérente avec la taille de cette équipe.



## Conclusion

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

L'équipe EGIP a su associer des approches évolutives et fonctionnelles chez les champignons pathogènes et a su développer des outils et des ressources chez un agent pathogène d'importance agronomique, *M. graminicola*. Son implication dans les programmes de séquençage de génomes fongiques lui a permis d'asseoir sa renommée, et celle de son responsable, au niveau international. Cette équipe a développé un très bon réseau de collaborations et a su assurer un bon niveau de financement. L'engagement dans l'enseignement, notamment à AgroParisTech, constitue un moteur pour l'attraction d'étudiants.

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

L'effectif de cette équipe peut apparaître limité (1 DR, 1 MCF, 1 CR, 1 AI, 1 doctorant) au vu de l'ambition du projet et de la compétition internationale.

### ▪ **Recommandations :**

L'équipe EGIP a fait preuve de dynamisme et d'une activité de publication d'excellente qualité malgré le départ d'un PR en cours de mandat. Ce dynamisme s'est traduit par la participation à de nombreux projets de recherches. Des résultats originaux restent encore à valoriser. Les perspectives proposées nécessitent un investissement important dans un contexte international compétitif. Il faudra ainsi veiller à hiérarchiser les projets en fonction des financements obtenus et à renforcer l'effectif de l'équipe, notamment à travers le recrutement de nouveaux doctorants et/ou post-doctorants. La focalisation sur le modèle d'étude *Mycosphaerella* / blé renforce la cohérence des travaux de l'équipe. L'équipe jouera un rôle central dans les axes transversaux de l'unité.



**Équipe 6 :** Analyse moléculaire de la pathogénicité chez *Colletotrichum* (APMC)

**Nom du responsable :** M. Richard O'CONNELL

**Effectifs**

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

<b>Effectifs de l'équipe</b>	<b>Nombre au 30/06/2013</b>	<b>Nombre au 01/01/2015</b>
Doctorants		
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 stratégie et le projet à cinq ans

Le projet proposé par l'équipe AMPC a déjà été validé et soutenu par une chaire d'Excellence de l'ANR (2013-16) et sa qualité ne sera par conséquent pas discutée ici. Nous ne pouvons que féliciter l'unité pour son attractivité.

Le programme de recherche proposé repose sur la continuité logique des travaux de recherche fondamentale menés sur le modèle *Colletotrichum - Arabidopsis* par les responsables de l'équipe au Max Planck à Cologne. Les bases nécessaires à la réalisation du projet proposé sont bien maîtrisées, les recrutements de doctorants et post-doctorants sont effectifs et permettent de présenter un plan d'action crédible et raisonnable pour les 4 années à venir. Le projet décrit est ambitieux mais contient plusieurs facettes et combine plusieurs approches. L'avantage des approches proposées est qu'elles sont à faible risque et certaines retombées sont assez prévisibles.

### Conclusion

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

L'étude des interactions plantes-champignons pathogènes, à l'échelle moléculaire, a placé beaucoup d'attention sur des effecteurs fongiques capables de maintenir la biotrophie et très peu sur la phase cruciale qui est celle de la pénétration des tissus végétaux. L'étude des effecteurs d'appressoria se situe donc à un front de science et est originale à cet égard. L'interaction avec d'autres équipes de l'unité (MSN-Bot, EPLM) se fera clairement au niveau thématique et technique (analyse de métabolites secondaires, analyse fonctionnelle d'effecteurs). La thématique de recherche de l'équipe AMPC s'intègre dans le thème transversal « Stratégies et mécanismes infectieux » de l'unité. L'équipe pourra aussi apporter son réseau de collaborations à l'ensemble des partenaires de ce thème transversal.

Le point fort de cette équipe, au sein de BIOGER, est son expertise indiscutable en biologie cellulaire. En outre, le chef d'équipe a accepté de prendre la responsabilité d'une plate-forme de cytologie au sein de l'unité. L'apport du modèle *Arabidopsis thaliana* permet d'apporter une expertise nouvelle avec des outils de génétique, biologie moléculaire et cellulaire végétale dans une unité historiquement tournée vers l'analyse des interactions entre champignons pathogènes et plantes de grandes cultures. Cette opportunité est à saisir par les autres équipes afin de d'approfondir leur propres projets. En outre, la transposition des connaissances acquises sur des plantes modèles vers des plantes d'intérêt économique est un défi actuel d'importance. Ainsi, le succès de cette stratégie rencontrera potentiellement un large écho au niveau national et international.

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

L'équipe AMPC est autonome en terme de financement pendant 4 ans et aura donc à consolider ses financements et recrutements au cours du prochain contrat. Les perspectives à l'issue du contrat ANR « chaire d'excellence » ne sont pas lisibles à ce jour. Le projet décrit peut paraître très ambitieux au regard de l'effectif de l'équipe, d'autant plus si les effectifs ne sont pas pérennisés.

#### ▪ **Recommandations :**

Le comité d'experts recommande d'accroître les sources de financements en externe et en interne. Les financements externes pourraient se concentrer sur le modèle *Arabidopsis* comme objet d'étude en exploitant les excellents résultats déjà obtenus et l'expertise de l'équipe. En interne (BIOGER), une réflexion sur comment transposer les mécanismes fondamentaux identifiés chez la plante modèle *Arabidopsis* vers des plantes cultivées, est nécessaire et indispensable. Dans cette discussion, l'apport des autres équipes de BIOGER engagées dans la phytopathologie de plantes de grandes cultures (espèces non modèles) est essentiel. L'implication de l'équipe AMPC dans l'animation de l'axe transversal « Stratégies et mécanismes infectieux » sera un facteur d'intégration de cette nouvelle équipe dans l'unité.

L'effectif de l'équipe devra être pérennisé pour pouvoir mener à bien l'ensemble du projet. Des redéploiements en interne pourraient être une possibilité et devront être discutés pendant le prochain contrat.



## 5 • Déroulement de la visite

Date de la visite : Mercredi 8 janvier 2014

Début : 9h

Fin : 15h

### Lieu de la visite

Institution : Unité BIOGER

Adresse : Campus AgroParisTech, Ave L. Bretignières, Thiverval Grignon

### Locaux spécifiques visités :

La densité de programme de la visite n'a pas permis d'organiser des visites spécifiques des locaux. Par contre plusieurs membres du comité ont pu visiter de façon informelle des laboratoires durant les pauses.

### Déroulement ou programme de visite

La visite s'est déroulée sur deux journées selon un programme préalablement établi en concertation avec le directeur d'unité, M. Marc-Henri Lebrun. Ce programme comportait des présentations orales du bilan de l'unité et de son projet pour le quinquennal à venir réalisées respectivement par le directeur actuel et par la future équipe de direction. Les responsables de chacune des six équipes constituant l'unité ont ensuite exposé leurs bilans et projets respectifs. A la suite de ces présentations le comité de visite a rencontré les différentes catégories de personnels : personnels techniques et administratifs, les doctorants et post-doctorants, les scientifiques titulaires. Ces échanges ont été très informatifs et constructifs même si le comité regrette la faible représentation des doctorants et post-doctorants lors de l'entrevue qui leur était consacrée (quatre seulement étaient présents). Une visio-conférence a permis au comité de discuter avec la direction des deux écoles doctorales (SdV et ABIES) auxquelles est rattachée l'unité. Le comité a terminé ces échanges par une rencontre avec les représentants des tutelles INRA et AgroParisTech suivie d'une discussion avec les équipes de direction (actuelle et future). Le comité a ensuite conclu sa visite par une réunion en huis-clos afin d'élaborer les grandes lignes du rapport.

### 8 Janvier 2014

9h00-9h15	Présentation du Comité de visite et tour de table.
9h15-10h25	Présentation de l'unité, Bilan et projet, M. Marc Henri Lebrun et M. Thierry Rouxel
10h25-11h10	Bilan et projet Equipe Epidémiologie, M. Frederic Suffert
11h30-12h15	Bilan et projet Equipe Antifongiques, Mode d'Action et Résistance (AMAR), M <sup>me</sup> Sabinne Fillinger
12h15-13h	Bilan et projet Equipe Effecteurs et Pathogénèse chez <i>Leptopshaeria maculans</i> (EPLM), M. Thierry Rouxel
14h00-14h45	Bilan et projet Equipe Métabolisme Secondaire et Nécrotrophie chez <i>Botrytis cinerea</i> (MSN-Bot), M <sup>me</sup> Muriel Viaud
14h45-15h30	Bilan et projet Equipe Evolution et Génomique des Interactions Plante-Pathogène (EGIP), M. Marc Henri Lebrun
15h30-15h55	Bilan et projet Equipe Analyse Moléculaire du Pouvoir pathogène de <i>Colletotrichum</i> (AMPC) M. Richard O'Connell
16h15-16h45	Rencontre avec les ITA titulaires, CDD
16h45-17h15	Rencontre avec les doctorants et post-doctorants et/ou CDD « chercheurs », Ingénieurs
17h15-17h45	Rencontre avec les chercheurs et enseignants chercheurs titulaires.



17h45-18h00 Rencontre avec les directeurs des ED 435 (ABIES) et ED 145 (SDV)  
18h-18h30 Rencontre avec les représentants des tutelles INRA et AgroParisTech

**9 Janvier 2014**

9h00-9h30 Rencontre avec la direction de l'unité  
9h30-15h00 Réunion du comité à huis clos

Le comité d'experts tient à féliciter les responsables de l'unité pour la bonne organisation de cette visite et l'ensemble du personnel pour sa participation active.



## 6 • Observations générales des tutelles



UR 1290 BIOGER CPP  
BP01, Avenue Lucien Brétignières  
78850 Thiverval-Grignon - France  
Tél. : + 33 1 (0)1 30 81 45 51  
Fax : + 33 1 (0)1 30 81 53 06  
[www.inra.fr](http://www.inra.fr)



## **Réponse de l'unité BIOGER au rapport de l'AERES sur l'évaluation de l'unité (visite Janvier 2014)**

L'Unité BIOGER tient à remercier chaleureusement le comité d'évaluation AERES pour son écoute et le rapport qu'il a produit. Nous relevons avec plaisir le commentaire selon lequel « Bioger constitue certainement une structure qui n'a que peu d'équivalents dans le monde » et les appréciations positives concernant notre production scientifique, notre rayonnement, nos liens avec les filières et les instituts techniques et notre projet d'unité.

L'Unité a tout particulièrement apprécié les commentaires pertinents et constructifs du comité concernant nos points faibles et les risques liés au contexte, ainsi que ses recommandations.

Ainsi, le fait que le comité considère notre unité comme « unité de référence pour les recherches sur les champignons pathogènes des plantes » devrait permettre d'amplifier notre politique d'accueil d'excellents chercheurs français ou étrangers dans le futur. Cette politique nécessite de mettre en place un soutien aux personnes accueillies qui doit être fourni aussi bien par l'unité (locaux, personnels) que par nos tutelles.

Comme recommandé, nous nous sommes effectivement engagés dans une politique de promotion des jeunes scientifiques de l'unité (HDR, soutien au montage de projets, animation scientifique) Celle-ci a malheureusement été freinée ces dernières années par la difficulté des jeunes scientifiques à obtenir des financements sur leurs projets de recherche.

Afin de poursuivre les efforts de transversalité, nous amplifierons l'animation initiée ces dernières années relative aux axes transversaux du projet scientifique, en mettant en place des groupes d'animation scientifique sous la responsabilité, le plus souvent possible, de jeunes chercheurs/enseignants-chercheurs.

Notre positionnement local nécessitera un renforcement des liens avec les unités du futur pôle d'agro-écologie, mais aussi avec les autres Labex/Instituts de biologie et de biomathématiques de l'UPsay (BASC, SPS, IDEEV, IPS2, I2BC, Institut de modélisation).

Enfin, comme souligné par le comité, nous espérons que la pyramide des âges défavorable et le déménagement programmé vers le Campus du plateau de Saclay, seront suffisamment accompagnés par nos tutelles pour ne pas impacter la dynamique et le projet scientifique de l'Unité.

Pour l'unité BIOGER, MH LEBRUN (Directeur actuel), T ROUXEL (futur Directeur) et S FILLINGER (future Directrice-adjointe).

Thiverval-Grignon, le 2 mai 2014

