



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

Pathologie Végétale

sous tutelle des

établissements et organismes :

INRA

Février 2011



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

Pathologie Végétale

sous tutelle des

établissements et organismes :

INRA

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Février 2011



Unité

Nom de l'unité : Pathologie Végétale

Label demandé : UPR

N° si renouvellement : Unité de Recherche 0407

Nom du directeur : Mme Cindy MORRIS

Membres du comité d'experts

Président :

M. Pascal SIMONET, Ecole Centrale de Lyon, Lyon, au titre des CSS de l'INRA

Experts :

M. Fernando GARCIA-ARENAL, Université Polytechnique de Madrid, Madrid, Espagne

M. Christophe BRUGIDOU, Université Montpellier 2, Montpellier

Mme Sabine FILLINGER, INRA Grignon

M. Pierre PEYRET, Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand

Mme Cécile ROBIN, INRA, Bordeaux

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean-Loup NOTTEGHEM

Représentant des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Olivier LE GALL, INRA



Rapport

1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite a eu lieu le 8 février 2011, le comité étant sur place depuis la veille au soir pour préparer la visite du lendemain. Cette unité est localisée sur le site d'Avignon. Elle fait partie des 17 unités de recherche du Centre PACA né en janvier 2010 de la fusion des Centres d'Avignon et de Sophia-Antipolis. L'unité de Pathologie Végétale s'est consacrée à l'étude des maladies des cultures maraichères et fruitières causées par les agents phytopathogènes suivants : virus, champignons et bactéries.

- Equipe de direction :

L'équipe de direction est composée de la directrice de l'unité, Mme Cindy MORRIS, de deux directrices adjointes : Mme Dominique ANDURAND et Mme Mireille JACQUEMOND.

- Effectifs de l'unité :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	0	0
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	10	10
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	0	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) en ETP	28,5	27,5
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) en ETP	3,25	2
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	8	4
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	7



2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global :

Le comité d'évaluation, sur la base du rapport écrit et des communications orales et des entretiens réalisés lors de la visite du 9 février 2011 a émis un avis globalement positif sur cette unité qui depuis sa création se consacre à l'étude des maladies des cultures maraichères et fruitières, provoquées par des agents pathogènes appartenant aux domaines des bactéries, des champignons et des virus. L'unité concilie une forte démarche de recherche fondamentale dont les résultats servent d'assise au développement de travaux finalisés en lien direct avec la profession au cœur d'une région où la production maraichère est très importante. De par ses orientations scientifiques parfaitement en phase avec celles du département INRA SPE dont elle dépend exclusivement et sa très bonne implantation dans le tissu professionnel local, l'unité joue un rôle essentiel sur le centre INRA-PACA et bénéficie d'une très bonne reconnaissance au niveau régional.

De taille moyenne, cette unité a parfaitement su, sous l'impulsion d'une équipe dirigeante (1 DU et 2 DUA) active et motivée s'adapter aux restructurations imposées par le récent départ à la retraite de nombreux personnels. Bien que son mode de fonctionnement soit exemplaire, l'organisation actuelle se doit cependant d'être réévaluée pour tenir compte d'une hétérogénéité dans la taille des équipes, de la production scientifique et du niveau de maturation des projets scientifiques de chaque équipe.

L'unité semble être à un tournant de ses activités et se doit de conduire une réflexion sur les concepts scientifiques à aborder qui conditionneront les outils à développer.

- Points forts et opportunités :

Les points forts de l'unité tiennent d'abord à sa très bonne implantation au cœur d'une région particulièrement concernée par les problématiques de recherche développées dans l'unité. Les recherches avec des objectifs appliqués s'appuient sur une forte assise fondamentale. La très bonne organisation de l'unité tient au fait qu'elle soit basée sur une forte délégation des responsabilités et au rôle joué par différentes instances organisationnelles, à sa structuration avec une place importante octroyée aux plateaux techniques, au souci permanent d'assurer un très bon niveau de communication à tous les niveaux (direction-personnel, entre les différentes catégories de personnels, entre les équipes). Le très bon niveau de l'animation scientifique (DOS, cogitations du mardi, séminaires intra-équipes), le mode de gestion budgétaire basé sur la mutualisation, le soin apporté à la formation et enfin l'adhésion de tous les personnels au mode de fonctionnement de l'unité et à sa direction expliquent le dynamisme des personnels, leur motivation et l'excellente ambiance régnant dans le laboratoire propice à un travail de qualité et novateur comme le montre l'originalité des travaux réalisés au sein de l'unité.

- Points à améliorer et risques :

En comparaison de structures localisées sur des sites moins excentrés, l'unité souffre d'un certain isolement géographique favorisant peu l'attractivité du laboratoire pour les étudiants les post-docs ou les chercheurs étrangers. L'éloignement d'un campus universitaire important est aussi préjudiciable à l'implication des étudiants en master 2 et thèses aux différentes manifestations scientifiques que l'on trouve sur les campus.

L'examen de cette unité laisse entrevoir une certaine hétérogénéité entre les équipes du fait de leur taille, de la nécessité plus ou moins impérieuse de développer des collaborations extérieures, du niveau des relations contractuelles, de reconnaissance tant au niveau national qu'international. Cette hétérogénéité se manifeste également en ce qui concerne les projets présentés par les différentes équipes avec un niveau de maturation très variable, tant en termes des concepts scientifiques qui sont abordés que des outils qui doivent être mis en œuvre. Le risque existe qu'une poursuite de la stratégie actuelle reposant sur trop de collaborations extérieures dans lesquelles l'unité n'est pas leader se traduise par sa marginalisation dans ces projets tout en favorisant des équipes qui de partenaires deviendraient concurrentes.



- **Recommandations au directeur de l'unité :**

Le comité constate que le fonctionnement de l'unité est exemplaire et que la méthode de direction de l'unité recueille un fort assentiment de la part de l'ensemble des personnels, elle doit donc être poursuivie et confortée. La mutualisation des moyens permet de réaliser une véritable politique scientifique et de n'être que partiellement contrainte par la contractualisation qu'impose l'impérieuse nécessité d'obtenir des fonds par réponse aux appels d'offre. Cette mutualisation doit être poursuivie même si certains ajustements pourraient s'avérer nécessaires. Il est cependant apparu que la poursuite de la politique scientifique qui a prévalu avec un certain succès pendant le précédent quadriennal pourrait être plus problématique à l'avenir.

Pour les deux équipes « Bactériologie » et « Mycologie » les mêmes questions se posent concernant les incertitudes sur le positionnement du curseur sur une ligne des thématiques allant de la pathologie végétale stricte à l'écologie microbienne. Ces incertitudes ont des conséquences fortes pour ce qui est des outils à développer notamment ceux de la génomique, des collaborations à mettre en place et du niveau d'implication des chercheurs de l'unité dans ces partenariats. Ces imprécisions et questionnements sur les projets qui apparaissaient à la lecture du document écrit n'ont pas été levés par les présentations orales et les réponses aux questions lors de la visite.

- **Données de production pour le bilan :**

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2	10
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5	13
A3 : Taux de producteurs de l'unité [A1/(N1+N2)]	1
A4 : Nombre d'HDR soutenues	1
A5 : Nombre de thèses soutenues	6

3 • **Appréciations détaillées :**

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la Production :**

Les recherches de l'unité se caractérisent par une très bonne pertinence en regard des objectifs qui lui ont été assignés par sa tutelle. Bien implanté au sein d'une des principales régions françaises de production maraîchère l'unité est en contact étroit avec la profession et son rôle est reconnu et apprécié. Cette recherche finalisée s'appuie sur une recherche fondamentale cognitive de grande valeur, prenant en compte différents types de pathogènes, bactériens, fongiques et viraux. Les collections d'organismes pathogènes qui ont été constituées présentent un intérêt certain pour des études de génomique à grande échelle. Les travaux de l'unité sont généralement d'une grande originalité tant sur le plan académique, comme le montrent par exemple l'émergence d'une nouvelle thématique scientifique (aérobiologie) ou une meilleure connaissance de la dynamique des populations virales, que finalisé comme le sont les travaux sur la durabilité des méthodes de lutte biologique, sur l'identification de nouveaux virus, sur le diagnostic de ces pathologies, et sur la durabilité des résistances. L'impact des résultats expérimentaux générés par l'unité combiné à un recours à la modélisation est important et ces données ont contribué à sa reconnaissance aux différents niveaux, local, régional, national et international.



Le bilan des publications de l'unité est très bon quantitativement (environ 100 ACL) et qualitativement, avec des articles dans des revues excellentes généralistes comme Science, PNAS ou spécialisées, PLOs Pathogens, ISME J, J. Bacteriol, Phytopathology, Plant Journal, Advances in Virus Research, Molecular Plant Pathology, Molecular Plant Microbe interactions, New Phytologist. L'unité est également co-détentrice d'une licence portant sur une souche fongique utilisable en lutte biologique. L'unité a créé un site internet « Biological Ice Nucleators » montrant sa forte implication pour structurer une recherche sur un thème original. Sept thèses ont été répertoriées ce qui peut paraître un peu faible.

L'unité jouit dans son ensemble de relations contractuelles nombreuses assurant des conditions de travail confortables à l'ensemble des personnels ce qui est facilité par la politique de mutualisation des moyens mise en œuvre par l'équipe dirigeante.

Le partenariat est varié et de qualité: nombreux financements nationaux (ANR (4), MAP (6) européenne (1), CNRS, INRA et régionaux (PACA, Languedoc-Roussillon). Participation du secteur privé avec des établissements de sélection (Vilmorin Clause), des sociétés privées (Sediag), des instituts techniques (APREL, CRIEPPAM, CIHEF, ITEIPMAI), le CIRAD (BGPI) et l'IRD (CBGP).

Les chercheurs de l'unité s'investissent largement dans ces actions en coordonnant soit des projets soit des « workpackages » de projets européens ou ANR. Plusieurs projets sont soutenus par la région PACA et le département INRA SPE notamment sur les actions les plus originales. La situation est toutefois hétérogène entre les équipes avec des difficultés pour faire financer des opérations novatrices et originales obligeant au développement d'un partenariat national et international basé sur le seul intérêt scientifique sans source de financement associée.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

Le rayonnement est de (très) bon niveau en ce qui concerne la recherche fondamentale comme en témoignent le nombre, la qualité des articles publiés et les invitations à des congrès nationaux et internationaux quoiqu'on puisse noter une certaine hétérogénéité entre les équipes. De même, les opérations finalisées comme la « protection intégrée » les activités de transfert telles que l'expertise et la mise au point d'outils de diagnostic sont bien reconnues au niveau international (comité exécutif OILB) et au niveau national par les instituts techniques, la profession et l'interprofession (cultivar de Platane platanor, Agrauxine, CTIFL) avec lesquels l'unité a développé des relations fortes et pérennes depuis très longtemps.

Le comité recense un prix en 2009 : Prix Distinguished Alumni Award. On peut noter une hétérogénéité entre les équipes sur leurs capacités à se faire inviter à donner des conférences dans les congrès internationaux entraînant un bilan modeste pour l'unité (en dessous de 15) en comparaison de la valeur des publications. La reconnaissance sur le plan national à la lumière de ce paramètre est bonne.

L'unité se caractérise par une certaine hétérogénéité entre les équipes dans la capacité à recruter des doctorants et post doctorants même si elles réussissent à obtenir le financement de bourses soit directement soit par le co-encadrement d'étudiants inscrits dans des universités étrangères. Ce constat s'explique par la taille très réduite d'une équipe et par la volonté affichée par l'unité d'assurer une formation très suivie de ses doctorants. Les recherches de l'unité ont été suffisamment attractives pour attirer pendant le dernier quadriennal des chercheurs permanents par recrutement (1 chercheur) ou sur mobilité (2 chercheurs) ainsi que des personnels en CDD. On notera le niveau élevé des collaborations avec l'étranger, avec la faculté des Sciences de Tunis où trois thèses en co-tutelle sont en cours.

On peut toutefois noter et regretter l'absence de post-doctorants étrangers.

Le comité note une forte hétérogénéité entre les équipes pour la réussite aux appels d'offre et pour une équipe, une difficulté certaine à contractualiser sa recherche en dépit d'efforts très importants. Cette équipe se différencie des deux autres qui manifestent une très bonne capacité à obtenir des financements académiques (10 contrats ANR en tout, trois projets européens) et beaucoup de projets à vocation finalisée provenant de financeurs institutionnels nationaux (ANR, MAP, CNRS), INRA (SPE, GAP, ECONAT) et régionaux (PACA, Languedoc Roussillon) et de sociétés privées.



L'unité dans son ensemble est impliquée dans trois projets européens, mène des actions de recherche bilatérales avec la Hongrie, l'Algérie et la Côte d'Ivoire - les deux dernières collaborations se font dans le cadre d'un co-encadrement de thèses et présente globalement un taux de succès correct aux appels d'offre nationaux ANR, MAP, INRA, CNRS et régions. Par ailleurs beaucoup de collaborations ont été engagées sur la base d'un intérêt scientifique même si ces collaborations, très fructueuses en termes de publications ne se concrétisent pas encore par la signature de contrats et ne sont pas source de financements.

En dehors de publications de type académique, l'unité a valorisé ses résultats sous la forme de diverses communications (communications orales au congrès, articles dans la presse professionnelle, émissions de télévision). L'unité intervient régulièrement dans le débat public (sécurité alimentaire, OGM etc.). La valorisation se fait également au travers d'une étroite collaboration avec la profession, les instituts techniques, le service de la protection des végétaux (SPV) et les entreprises commercialisant des kits de diagnostic. Une licence issue d'un co-développement avec la société Agrauxine (AntiBot) est en cours d'homologation. Au cours du quadriennal, on note l'obtention végétale Platanor, des prestations de service, ainsi que la mise à disposition de méthodes (culture et conservation, inoculation des oidiums et *B. cinerea*), mais aussi de nombreux contrats de recherche impliquant des partenaires professionnels. L'unité a participé à l'expertise collective « Ecophyto R&D » sous forme de deux rapports, au GIS « Production Intégrée en Cultures Légumières », ainsi qu'au comité exécutif de la section européenne de l'OILB (Organisation Internationale de lutte biologique & Intégrée)

L'unité fait preuve d'un fort ancrage socio-économique. C'est un point fort de l'unité.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'unité :**

Cette unité se caractérise par la qualité de sa gouvernance répartie entre une directrice et deux directrices adjointes, chacune avec des prérogatives spécifiques. La taille encore modérée de l'unité permet une mutualisation complète des moyens tout en s'assurant que les objectifs contractualisés puissent être atteints. Cette stratégie de gestion permet de mettre en pratique une réelle politique scientifique de l'unité et reçoit l'adhésion de tous les personnels. L'ambiance au sein de l'unité est excellente, la communication, l'information et l'animation scientifique sont exemplaires. En plus des séminaires internes des membres du laboratoire s'investissent dans l'animation scientifique au niveau du centre INRA. Le ratio élevé personnels techniques-chercheurs assure des qualités de travail remarquables avec un niveau élevé de sécurité. L'encadrement des étudiants et autres personnels en CDD est optimal, ceux-ci n'ayant à se plaindre que du caractère excentré du centre INRA qui ne facilite pas leurs déplacements. Pendant leurs thèses les étudiants participent à au moins un congrès international et sont régulièrement invités à présenter leurs résultats devant les membres de l'unité.

L'excellente organisation au sein de l'unité, les bonnes relations existant entre les différentes catégories de personnels (chercheurs-personnels techniques-post-docs-étudiants-stagiaires) au sein et entre les équipes découle de la qualité de la gouvernance. Ces conditions favorables liées à l'adhésion totale des membres du laboratoire à la politique de mutualisation des moyens constituent des facteurs incitatifs à la prise de risques scientifiques. Les chercheurs du laboratoire ont répondu positivement à ces incitations avec notamment le développement de l'aérogénie et le changement d'échelle pour certains de leurs travaux (niveau du paysage).

L'implication des membres de l'unité dans l'enseignement est variable selon les équipes mais l'implication totale est élevée puisque elle correspond à environ 300 heures répartis à différents niveaux d'enseignement IUT, Master 1 et 2, conférences à l'université d'Avignon (pour la plus grande part) mais aussi aux universités d'Angers, de Toulouse, à Sophia-Antipolis, et à Agro-ParisTech. Ces enseignements se situent dans différents domaines scientifiques liés à la pathologie végétale y compris la modélisation et la biométrie.

Le projet de l'unité semble être axé sur la fusion des 2 équipes bactériologie et mycologie avec une forte tendance vers des questions d'écologie évolutive. Cette restructuration implique toutefois la poursuite d'activités initiées au cours du précédent quadriennal comme par exemple la mise au point d'outils et stratégies de protection intégrée qui était réalisée dans l'équipe mycologie. Ces questions sont pertinentes mais devront prendre réellement en compte les différents concepts théoriques de l'écologie microbienne et des interactions hôte-parasites et s'appuyer sur des approches méthodologiques originales et performantes, cette combinaison étant seule susceptible d'assurer à cette thématique un positionnement international. Les recherches qui justifient le rapprochement des deux équipes portent sur l'écologie évolutive de *B. cinerea* et *P. syringae*. Pour les deux modèles le projet n'est pas apparu bien défini entre des objectifs visant à déterminer les différentes niches de ces deux pathogènes, à étudier leurs stratégies adaptatives, la recherche des liens entre vie saprophytique et pouvoir pathogène.



- **Appréciation sur le projet :**

Il paraît indispensable d'ancrer beaucoup plus le projet dans une démarche d'écologie microbienne moléculaire et de profiter des apports conceptuels et méthodologiques de la génomique environnementale. Une telle réorientation nécessitera l'acquisition des compétences, notamment en génomique par le biais de collaborations dans lesquelles l'équipe devra toutefois garder le leadership de la recherche réalisée.

En ce qui concerne la virologie le projet se situe dans la continuité des activités précédentes avec un élargissement de l'étude au niveau du paysage pour répondre à différentes questions ayant trait à l'étiologie, l'épidémiologie, la dynamique des populations virales, la durabilité des résistances. Basé sur les acquis et l'expertise de l'équipe le projet pertinent est novateur et original avec une dose (calculée) de risques qui devrait permettre de renforcer le rayonnement international de l'équipe qui fait encore un peu défaut.

L'unité fonctionne sur une mutualisation intégrale des moyens même s'il est maintenant envisagé un peu de souplesse pour laisser plus d'autonomie aux porteurs de projets. Cette politique permet ainsi d'assurer un fonctionnement cohérent de l'unité avec le lancement de projets novateurs.

La restructuration de l'unité devrait aussi accroître l'efficacité en termes d'interactions entre les chercheurs et d'efficacité de réponses aux appels d'offre. La fusion des deux équipes est pertinente mais doit s'accompagner d'une véritable réflexion commune.

D'une façon générale, l'unité peut compter sur des financements en grande partie déjà acquis ou demandés avec des chances de succès élevées. Le bon positionnement au sein du département INRA SPE est un atout qui peut se concrétiser par des recrutements. L'unité continuera aussi sa politique de formation dans le cadre de son intégration dans une nouvelle école doctorale plus en phase avec son implantation.

Le projet général de l'unité peut être considéré comme novateur avec une prise de risques équilibrée. Une partie des recherches s'inscrit dans la continuité en s'appuyant sur les acquis et la forte demande de la profession assurant ainsi des financements pour l'unité et des résultats publiables. Les deux futures équipes de l'unité présentent aussi un volet plus innovant, avec, pour les virologues le paysage comme échelle d'étude et la modélisation des paramètres impliqués dans la dynamique des populations virales et dans la durabilité des résistances. La prise de risque pour les microbiologistes se situe dans le projet de fusion entre les deux équipes « bactériologie » et « mycologie » avec le développement d'un projet d'écologie évolutive avec *P. syringae* et *B. cinerea* comme modèles d'étude. Le comité soutient fortement ce projet de fusion car il constitue la voie obligée vers de nouvelles avancées novatrices et originales. La prise de risque est cependant importante car la fusion devra être réellement effective. Le projet nécessitera aussi un effort très important des différents acteurs pour acquérir concepts et méthodologies adéquates. La volonté d'un chercheur d'acquérir une partie de ce savoir-faire à l'Université de Toronto (séjour sabbatique) peut être un début de réponse aux interrogations du comité. Un autre élément de réponse pourrait être trouvé avec le recrutement de nouveaux chercheurs mais aussi au travers de post-doctorants qualifiés si cette problématique est soutenue financièrement par des relations contractuelles de type projets ANR ou européens. Sans cette assurance formelle que le projet réunira les deux équipes « bactériologie » et « mycologie » le comité a décidé d'évaluer séparément dans la rubrique ci-dessous « Analyse équipe par équipe » le projet des deux ex- ou futures équipes.



4 • Analyse équipe par équipe

Intitulé de l'équipe : Bactériologie

Responsable : Mme Cindy MORRIS

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
E1 : BACTERIOLOGIE		
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	0	0
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	0	1
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) en ETP	2	2
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité) <i>Pour le bilan, ont été saisis ici les doctorants (formulaire 2.8) car le formulaire 2.7 concerne les post-docs</i>	1	0
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	2

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les études de cette équipe sont ciblées sur l'agent bactérien *Pseudomonas syringae* comme modèle d'étude pour comprendre son cycle de vie, notamment hors de l'environnement végétal. L'isolement de souches de cours d'eau, de lacs, du manteau neigeux et la détermination du niveau de diversité génétique, de la gamme d'hôtes et du potentiel glaciogène a conduit à la caractérisation d'une diversité environnementale non soupçonnée à ce jour. Cette collection de souches (France, Etats-Unis, Nouvelle Zélande) est le support du développement d'une analyse génomique sur vingt souches en cours de séquençage dans le cadre d'une collaboration avec un laboratoire d'une université américaine. Ces travaux s'accompagnent d'études de modélisation du flux de *P. syringae* du manteau neigeux aux agrosystèmes et de différents travaux pour reconstituer l'histoire évolutive dans ce taxon. Des souches isolées de l'eau n'ont jamais été décrites sur les plantes, un certain endémisme pour certaines souches a également été démontré. De plus, le pouvoir pathogène est lié à la phylogénie et une relation forte entre potentiel glaciogène et pathogénie suggère une hypothèse adaptative. Les souches non pathogènes sont dépourvues totalement ou partiellement de l'îlot de pathogénie. Une meilleure compréhension des évolutions de ces différentes souches pourrait permettre d'envisager leurs utilisations dans un contexte de lutte biologique.



De façon plus générale un réseau interdisciplinaire de recherche sur l'interaction microorganismes et processus atmosphériques a été constitué. Les objectifs principaux portent sur la mesure d'abondance et activité des agents de nucléation biologique dans l'atmosphère et l'évaluation des flux entre canopée et atmosphère.

P. syringae peut être considéré comme un très bon modèle d'étude avec de plus des implications agronomiques importantes. Etudier le devenir des agents pathogènes dans des environnements autres que la plante est absolument indispensable pour élucider précisément leur cycle de vie afin d'envisager de nouveaux moyens de lutte plus efficaces. Ces recherches sont donc très pertinentes d'autant plus que les concepts liés à l'aérobiologie pourraient être transposés à un autre agent, *Botrytis cinerea* étudié par l'équipe mycologie. Ces recherches sont aussi très originales avec l'implication d'une composante biologique dans les processus atmosphériques (niveau climatique), élément tout à fait novateur et riche d'implications pour des découvertes tant fondamentales qu'appliquées.

Cette équipe est constituée d'un seul chercheur (avant l'arrivée d'une CR CNRS en disponibilité) et présente un taux de publications remarquable (18 articles dans des revues à comité de lecture d'IF variant de 2,05 à 29,747 avec un IF Moyen de 6,21. Ce chercheur signe 4 articles en premier auteur et 1 article en dernier auteur. Ces articles sont publiés dans d'excellentes revues (Science, PNAS, Nature Biotechnology, Plos Pathogens, ISME J, J. Bacteriol). Elles sont toutefois réalisées majoritairement dans le cadre de collaborations extérieures à l'unité ce qui peut s'expliquer par la taille limitée de l'équipe et la pluridisciplinarité des travaux engagés. Un autre élément à prendre en compte est le nombre élevé d'invitations du chef d'équipe à donner des conférences dans des congrès (9 invitations), témoignant de la reconnaissance nationale et internationale importante dont bénéficie ce chercheur. Ces invitations se sont traduites par 8 communications internationales avec actes, 6 communications nationales avec actes, 5 communications par affiches, 2 communications au sein de réseaux. Une thèse est en cours mais c'est la seule de l'équipe sur le dernier quadriennal. Enfin, la création d'un site internet Biological Ice Nucleators montre la forte implication de l'équipe pour structurer une recherche sur un thème original.

Le partenariat national et international est basé sur un intérêt scientifique mais très peu soutenu contractuellement. Le taux de succès en réponse aux AO (ANR) est très faible. Quoique la pluridisciplinarité des projets soumis par cette équipe puisse être un frein à leur acceptation il serait nécessaire que l'équipe réfléchisse aussi sur d'autres facteurs, notamment ceux liés à la faisabilité, la pertinence scientifique, la qualité du partenariat. Notons cependant un soutien conséquent du département SPE de l'INRA.

Le rayonnement de cette équipe est excellent comme en témoignent le nombre (18) et la qualité des articles publiés et les invitations à des congrès nationaux et internationaux (9 invitations). Un chercheur de cette équipe a reçu en 2009 un prix Distinguished Alumni Award.

L'équipe de bactériologie accueille depuis 2 ans un chercheur CNRS qui demande son intégration définitive dans l'équipe, ce qui est un signe de son attractivité. Par contre avec un taux de succès limité aux AO, le nombre de thèses et post-docs pouvant être financé est faible. La taille limitée de l'équipe est une explication à cette situation à laquelle il faudrait ajouter un manque de priorités dans la gestion des projets comme le montre l'intégration de la chercheur CNRS sur une nouvelle thématique.

Le taux de succès en réponse aux AO (ANR) très faible en dépit d'un effort important pour proposer des projets a pour conséquence que les collaborations ont été engagées sur la seule base d'un intérêt scientifique réciproque. Ces collaborations, très fructueuses en termes de publications ne se concrétisent pas par la signature de contrats et ne sont pas source de financements.

Dans le domaine de la valorisation, l'équipe envisage pour l'avenir l'utilisation des souches HR- en lutte biologique.

L'équipe très petite en taille pourrait s'étoffer si la fusion avec l'équipe mycologie se réalise. La thématique bactériologie doit cependant continuer à s'accroître pour atteindre une masse critique suffisante pour développer en interne des travaux majoritairement réalisés à ce jour en collaborations. L'originalité des thématiques de l'équipe est reconnue. Grâce à des collaborations de très bon niveau (physiciens de l'atmosphère) la prise de risques est bien maîtrisée. Les activités d'enseignement de l'équipe sont modérées.

Le comité recommande de considérer la possibilité de développer le volet de recherche en utilisant des approches et des méthodes qui permettent de s'affranchir de l'étape de la culture in vitro.



- **Appréciation sur le projet :**

Le projet semble être axé sur la fusion des 2 équipes bactériologie et mycologie avec une forte orientation vers des questions d'écologie évolutive, pour aborder des questions de recherche sur les liens entre la vie saprophytique et le pouvoir pathogène sur les 2 modèles *P. syringae* et *B. cinerea*. Ce regroupement des deux équipes mycologie et bactériologie n'a cependant pas été clairement annoncé mais juste évoqué. Un tel regroupement permettrait d'atteindre une masse critique de scientifiques et justifierait ainsi le projet de recherche commun qui est évoqué.

Les mots clé du projet sont « fitness », dissémination, modélisation et gestion des populations au niveau du paysage. Les objectifs sont d'utiliser ces informations pour concevoir des dispositifs de culture limitant la capacité des populations agressives. Le comité note une prise en compte insuffisante des populations non cultivées et des VBNC. Des compétences en génomique environnementale actuellement absentes devront être acquises afin d'apporter des réponses pertinentes aux questions posées. D'autre part, les concepts d'écologie microbienne devraient également être mieux pris en compte pour comprendre le cycle de vie des deux modèles biologiques considérés.

La restructuration de l'unité, devrait accroître l'efficacité tant en termes de mutualisation des moyens que d'interactions entre les chercheurs. La fusion des deux équipes serait pertinente mais ne doit pas être artificielle ni créer des déséquilibres importants entre les deux modèles biologiques étudiés. Il est nécessaire de créer une synergie conduisant les études sur un même niveau d'acquis permettant de progresser à un rythme significatif en conservant une position de leader.

Le projet serait alors dans la continuité thématique du précédent quadriennal avec comme élément original la prise en compte de deux modèles biologiques différents (un procaryote et un eucaryote) pour aborder les mêmes concepts fondamentaux. Le niveau de prise de risques dépendra des efforts qui seront faits pour acquérir concepts et outils de génomique. Le projet manque de clarté et de précisions sur les moyens qui seraient mis en œuvre dans un tel contexte d'évolution génomique.

- **Conclusion :**

La production scientifique et la reconnaissance internationale dont bénéficie la responsable de l'équipe sont remarquables. Le projet de fusion permettrait d'accroître la taille de l'équipe, d'intéresser d'autres personnels à ses problématiques, de leur ouvrir de nouvelles perspectives de recherche, de façon à capitaliser et rentabiliser la renommée internationale acquise sur *P. syringae*. La mutualisation tant conceptuelle que pratique devra cependant être effective.

Le dynamisme scientifique de l'équipe bactériologie, son réseau de partenariat très pluridisciplinaire, la pertinence des modèles biologiques et des concepts étudiés, les connaissances acquises sur ces microorganismes, la richesse des banques d'isolats sont les points forts de l'équipe, ils doivent être renforcés dans le cadre de la fusion proposée avec la mycologie.

La réussite de la fusion des deux équipes pourrait être acquise sur la base du dynamisme scientifique du précédent quadriennal. Il sera néanmoins nécessaire de dépasser les objectifs proposés dans le projet qui paraît manquer un peu d'ambition, d'aborder si possible l'étude de la microflore non cultivable et de diversifier les modèles biologiques étudiés. Les risques sont liés à une perte de motivation qui pourrait découler d'échecs répétés lors de la soumission de projets aux niveaux national et international. Il est indispensable que l'équipe devienne leader sur les questions posées avec les modèles proposés. La qualité scientifique doit être maintenue avec un partenariat fort dont l'équipe doit garder le leadership

Le comité recommande de tout mettre en œuvre afin d'accroître le succès des projets soumis en réponse aux AO. Pour cela il faudra améliorer l'ambition du projet, intégrer ou constituer des consortia performants, sélectionner les programmes les plus en phase avec les projets. Il sera également nécessaire de considérer les notions d'écologie microbienne pour répondre aux questions posées et mettre en œuvre des approches innovantes. L'équipe devra dépasser le rôle de simple partenaire pour la majorité de ces actions de recherche. L'attractivité d'un nombre plus important d'étudiants doctorants et de post-doctorants devra également être améliorée pour contribuer efficacement au rayonnement de l'équipe.



Les recrutements de chercheurs effectués ou à venir ne doivent pas créer de nouveaux thèmes de recherche. Il est par contre nécessaire de dynamiser le thème actuel en développant les approches de génomique microbienne. Sans de tels apports, l'équipe risque de ne jouer qu'un rôle subalterne dans les futures collaborations nationales et internationales. Les aspects finalisés ne devront pas être négligés et les relations partenariales avec le secteur privé et avec les décideurs régionaux devront être renforcées.

Intitulé de l'équipe : Mycologie

Responsable : M. P. NICOT

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
E2 : MYCOLOGIE		
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	0	0
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	0	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) en ETP	4,5	3,7
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) en ETP	0,25	1
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité) <i>Pour le bilan, ont été saisis ici les doctorants (formulaire 2.8) car le formulaire 2.7 concerne les post-doc</i>	1	1
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	0	1

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les recherches développées en épidémiologie par l'équipe de mycologie ont comme principal objectif la protection intégrée. Cette thématique de recherche finalisée soulève des questions de recherche originales pour lesquelles des résultats à caractère plus générique peuvent être obtenus.

La priorité a été accordée, au cours de ce quadriennal, à un système de production (la tomate sous abri) du fait de son importance économique et de sa qualité de plante modèle. Les recherches réalisées sont structurées autour de trois axes dédiés à : l'étude de la dynamique de l'inoculum de *Botrytis cinerea*, la durabilité des méthodes de lutte biologique contre *B. cinerea* et le développement d'outils et stratégies pour la protection intégrée sous abri. Cependant la diversité des sujets abordés nuit à la lisibilité et à la cohérence du projet de recherche.



La durabilité des méthodes de lutte biologique faisant intervenir des microorganismes est une thématique importante pour le développement de ces méthodes, et jusqu'alors peu abordée pour les maladies fongiques. L'obtention de mutants de *B. cinerea* résistants à la pyrrolnitrine, antibiotique produit par des antagonistes bactériens, a permis de développer des collaborations fructueuses et de mettre en évidence le coût adaptatif de la résistance à cet antibiotique. C'est une première étape pour atteindre l'objectif affiché en particulier pour les agents de lutte biologique n'agissant pas par antibiose.

Plusieurs résultats ont été acquis et des actions de valorisation entreprises pour la protection intégrée et la lutte biologique.

L'équipe montre une bonne activité rédactionnelle et de participation aux congrès avec 14 ACL (11 pour les axes de recherche développés au cours de ce quadriennale et 3 sur des thématiques plus anciennes) dans la période évaluée. Trois thèses ont été soutenues au cours du dernier quadriennal. L'équipe a rédigé deux rapports dans le cadre de programme R&D Ecophyto 2018. La qualité des publications internationales avec comité de lecture est correcte à bonne (seulement sept parmi ces 14 articles ont été publiés dans des revues excellentes dans le référentiel INRA). L'équipe est également co-détentrice d'une licence portant sur une souche du champignon *Microdochium dispersum* utilisable en lutte biologique.

L'équipe de mycologie a montré une très bonne capacité à obtenir des financements surtout sur des projets finalisés. Au cours de la période d'évaluation 18 contrats de recherche ont été financés (370 k€). Ils sont de différentes natures (partenariat privé, contrat INRA, ANR et EU) ; l'équipe coordonne un projet ANR ADD, ainsi que plusieurs projets financés par la région PACA ou le département INRA SPE, dont trois ANR et deux européens. En plus d'un fort niveau de projets collaboratifs français, l'équipe est impliquée dans certaines organisations (OILB) et actions internationales. En plus de participations aux projets EU, action COST « ENDURE » et « VALORT » et à partir de 2011 dans le projet de recherche européen « PURE », elle a mené des actions de recherche bilatérales avec la Hongrie, l'Algérie et la Côte d'Ivoire, les deux dernières dans le cadre d'un co-encadrement de thèse.

L'équipe fait preuve d'un fort ancrage socio-économique. Il en résulte une licence issue d'un co-développement avec la société Agrauxine (AntiBot en cours d'homologation). Au cours du quadriennal, on note l'obtention végétale Platanor, des prestations de service, ainsi que la mise à disposition de méthodes (culture et conservation, inoculation des oidiums et *B. cinerea*) mais aussi de nombreux contrats de recherche impliquant des partenaires professionnels. Elle a participé à l'expertise collective « Ecophyto R&D » sous forme de deux rapports, au GIS « Production Intégrée en Cultures Légumières » ainsi qu'au comité exécutif de la section européenne de l'OILB (Organisation Internationale de lutte biologique & Intégrée). L'équipe a développé des relations fortes et pérennes avec la profession et l'interprofession (Platanor, Agrauxine, CTIFL...).

Le comité note une seule conférence invitée à un colloque.

L'équipe de Mycologie a obtenu le financement de deux bourses de thèse et a assuré le co-encadrement de deux doctorants inscrits dans des universités étrangères. Les doctorants sont issus essentiellement des pays du Sud. Le comité note l'absence de post-doctorants étrangers.

En dehors de publications de type académique, l'équipe a valorisé ses résultats sous la forme de diverses communications (communications orales au congrès, articles de presse professionnelle).

Le comité a jugé forte la diversité des sujets abordés et des approches utilisées (génétique des populations, modélisation, évolution expérimentale, approche expérimentale...), au vu de la taille de l'équipe (2 CR, 1 IR à 50% et deux IE à temps partiel).

A l'exception du travail réalisé avec l'équipe de bactériologie, la prise de risques dans les projets initiés a été jusqu'à présent faible. Les scientifiques de l'équipe participent activement à l'enseignement universitaire en assurant 150 h d'enseignement à trois niveaux d'enseignement : IUT, Master.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet scientifique proposé par l'équipe de mycologie s'articule autour de deux axes de recherche. Le premier axe concerne la mise au point d'outils et stratégies de protection intégrée. Il s'agit essentiellement de prolonger les activités initiées au cours du quadriennal actuel. Le deuxième axe de recherche porte sur l'écologie et



génomique évolutive de *B. cinerea*: Ce projet fait suite aux résultats acquis par l'équipe bactériologie et découle d'une réflexion menée en commun par les deux équipes. Cet axe ouvre un nouveau volet de recherche pour l'équipe. Plusieurs questions de recherche peuvent être abordées : la description des différentes niches de *B. cinerea*, l'étude des stratégies adaptatives de *B. cinerea* et des trade-offs entre différents traits liés soit au maintien saprophytique soit au parasitisme, l'étude du potentiel adaptatif de *B. cinerea*.

D'autres aspects de recherche, comme la dissémination de *B. cinerea* à différentes échelles spatiales ou encore son adaptation à des agents de lutte biologique à une échelle de génomique évolutive sont évoqués sans être clairement définis. Il semble impératif de définir des priorités, en centrant les questions de recherche autour de la thématique principale de l'équipe afin d'éviter une trop forte prise de risque liée à la dispersion et une concurrence internationale sur l'aspect « agressivité » qui est très compétitif. L'ouverture vers la « génomique évolutive » est clairement innovante pour l'équipe. Le comité félicite la volonté d'un chercheur d'acquérir ce savoir-faire à l'Université de Toronto (séjour sabbatique), susceptible de renforcer l'expertise et le savoir-faire de l'équipe au niveau des capacités adaptatives de *B. cinerea*. Cependant les apports de cette collaboration et de la génomique auraient pu être mieux expliqués.

L'élaboration de ce projet avec l'ensemble des volets proposés nécessite des collaborations avec différentes équipes compétentes dans différents domaines. Ceci permettra d'intégrer tous les aspects de la biologie de *B. cinerea* et de proposer de nouvelles stratégies de lutte en associant, éventuellement par modélisation, la dynamique des populations et l'adaptation du pathogène aux différents facteurs environnementaux y compris aux agents de lutte biologique.

Les financements pour la réalisation du projet sont en partie acquis ou demandés, pour le premier axe. Une incertitude existe pour le deuxième qui implique le séjour sabbatique d'un chercheur à l'Université de Toronto afin d'acquérir des compétences en génomique évolutive.

- **Conclusion :**

L'équipe mycologie a su développer et valoriser des activités de recherche portant sur la protection intégrée de la culture de tomate sous serre permettant d'asseoir sa reconnaissance internationale dans ce domaine et au niveau local de fortes interactions avec le monde socio-économique. En ce qui concerne la lutte biologique, elle a participé au développement d'un agent de lutte biologique qui devrait se concrétiser par son homologation dans la lutte anti-Botrytis. D'un point de vue recherche cognitive, elle a évalué la capacité adaptative du champignon à un agent de lutte biologique agissant par antibiose en tenant compte des propriétés compétitives du champignon. Ces aspects de recherche sont uniques à l'INRA et reconnus en tant que tels.

L'équipe Mycologie profite d'un fort ancrage dans la profession et d'un accès aux plateformes techniques de l'unité. Ses thématiques de recherche répondent à une forte demande sociétale (protection intégrée) et sont également porteuses d'un point de vue scientifique (écologie évolutive). Sa reconnaissance internationale pour la protection intégrée et la lutte biologique importante pour l'INRA est soutenue par de nombreux contrats publics et privés.

Cependant l'équipe devrait essayer d'accroître le nombre de publications dans des revues ayant une plus grande audience, en écologie et biologie évolutive. Ceci devrait permettre également d'attirer plus d'étudiants et post docs.

Le comité incite l'équipe à centrer son projet de recherche autour de la question centrale de la protection intégrée contre *B. cinerea*, en développant les deux axes proposés.

Les résultats obtenus concernant les méthodes de lutte doivent désormais permettre à l'équipe de développer des concepts théoriques et des approches originales portant sur l'étude des interactions entre agents pathogènes et antagonistes et entre facteurs environnementaux. Ceci permettra à l'équipe d'acquérir un positionnement international sur la protection intégrée tout en répondant à la demande sociétale. L'étude de la durabilité des méthodes de lutte utilisant des microorganismes et donc du potentiel adaptatif de *B. cinerea* permet de faire le lien avec le deuxième axe du projet, est innovante et devrait aboutir à des résultats originaux. Concernant ce deuxième axe, l'équipe devra faire un choix parmi les différentes questions proposées sur l'écologie et la génomique évolutive de *B. cinerea*. Ce deuxième axe et les collaborations prévues nécessitent d'être précisés et des priorités doivent être établies en fonction des possibilités et des opportunités. Le séjour sabbatique du chercheur lui procurera probablement le recul nécessaire ainsi que la compétence requise en génomique et écologie évolutive.



Comme il l'a déjà été indiqué la volonté d'un regroupement des deux équipes mycologie et bactériologie et les modalités de cette fusion ne sont pas clairement précisés mais simplement évoqués. Le comité soutient une telle démarche précisant tout son intérêt pour l'actuelle équipe « Mycologie » qui permettrait à cette nouvelle équipe d'atteindre une masse critique de scientifiques significative leur laissant la possibilité de développer des compétences complémentaires. La définition d'un projet de recherche en commun basé sur les deux modèles biologiques justifie totalement ce choix.

Intitulé de l'équipe : Virologie

Responsable : M. Hervé LECOQ

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
E3 : VIROLOGIE		
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	0	0
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	6	6
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	0	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) en ETP	7	7
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) en ETP	2	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	6	3
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	4

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les résultats acquis sont d'un très bon niveau tant quantitativement que qualitativement, et permettent de répondre pleinement aux priorités du département INRA SPE et de renforcer la reconnaissance internationale de l'équipe dans les domaines de l'étiologie des maladies virales émergentes, de l'épidémiologie et la dynamique des populations virales, ainsi que sur la durabilité des gènes de résistance.

Ces travaux répondent à une demande socio-économique forte, l'équipe étant identifiée par le département SPE de l'INRA comme le pôle de référence en matière de diagnostic des virus. Ainsi, des nouveaux virus ont été identifiés, 5 en France et 9 dans les pays partenaires et 4 nouvelles espèces virales ont été décrites. La mise en place d'une biosurveillance sur les sites naturels et cultivés a permis d'identifier 2 nouvelles espèces de potyvirus. Ces résultats ajoutés à ceux commercialisés en 2006 renforcent le partenariat avec la société SEDIAG qui commercialise les réactifs sérologiques produits par l'équipe.



Les résultats sont aussi particulièrement significatifs sur la dynamique des populations virales et la durabilité des résistances. De façon étonnante, un puceron transmet très peu de virus (moins de 5 particules) ce qui implique des effets importants de dérive génétique au cours de l'évolution des virus. L'analyse de la transmission de virus montre que ces vecteurs sont dispersés à l'échelle du paysage de l'agro-système, avec une structuration génétique des populations qui se fait à courte distance de plante à plante. Les données épidémiologiques du WMV ont été modélisées et ont permis de révéler une asymétrie de l'efficacité de la protection croisée. Ce phénomène pourrait expliquer l'émergence de virus dans le cas où les populations natives sont déjà présentes.

En ce qui concerne la recombinaison, des résultats originaux ont montré que les plantes transgéniques qui expriment la protéine de capsid du CMV, utilisée pour générer de la résistance, ne constituent pas un risque spécifique de modification des populations de CMV. Enfin, par des analyses phylogénétiques, des recombinants naturels ont été identifiés chez le PVY, le CMV, et le TSWV, mais pas chez le ZYMV.

Sur le contournement de la résistance les résultats obtenus permettent de mieux prédire la durabilité des résistances. Ainsi les différences de durabilité observées dépendent du nombre de possibilités pour le virus d'acquérir la virulence. Le virus doit accumuler deux substitutions pour contourner un gène « durable, alors qu'une seule est nécessaire pour un gène moins durable. A ce paramètre s'ajoute le coût adaptatif imposé par la mutation (cas du Pvr4). Pour la première fois une démonstration expérimentale avec PVY a été apportée sur la durabilité des résistances polygéniques vs la faible durabilité pour les résistances monogéniques. Une introgression complète des gènes de résistance disponibles dans les variétés commerciales doit permettre d'avoir une durabilité optimale.

Enfin des travaux très novateurs et pionniers sont abordés pour prédire les risques de contournement à l'échelle de l'agro-système en utilisant la modélisation qui permet d'aborder les systèmes biologiques complexes. Ainsi, le risque de contournement d'une résistance est expliqué par le nombre, le type et le coût des mutations nécessaires pour acquérir la virulence, paramètres qui sont possibles d'obtenir en conditions expérimentales.

En résumé, cette équipe a un très bon niveau qui touche différents aspects de la virologie végétale. L'approche est effectivement de la plante au paysage. En effet l'équipe a contribué significativement à comprendre les mécanismes moléculaires de la résistance et du contournement jusqu'à la dynamique des populations virales à l'échelle du champ cultivé incluant une première initiative à l'échelle du paysage.

Il est à remarquer que les bons résultats de l'équipe sont les fruits d'un investissement pris sur le long terme, accompagné par le recrutement de scientifiques avec des expertises appropriées et complémentaires.

La production scientifique est très importante et de bonne qualité (Plos pathogen, PNAS, Plant Journal, Advances in Virus Research, Molecular plant pathology, Molecular Plant Microbe interactions, New phytologist etc...). Elle est de 64 publications ACL (soit 65 % des publications ACL de l'unité, soit 10,6 par chercheur avec un Facteur d'impact moyen de 3). Globalement les publications concernent des projets menés par l'équipe avec une bonne participation ou représentation des membres de l'équipe comme co-auteur. 9 conférences invitées (dont seulement 6 à l'étranger ce qui apparaît comme le point faible de l'équipe), 32 communications (16 ACTI et 16 ACTN), 6 ouvrages scientifiques, 3 thèses, une HDR.

Le partenariat est varié et de qualité: nombreux financements nationaux (ANR (4), MAP (6) européenne (1), CNRS, INRA) et régionaux (PACA, Languedoc-Roussillon). Participation du privé avec des établissements privés de sélection (Vilmorin Clause), Société privée (Sediag), Instituts techniques (APREL, CRIEPPAM, CIHEF, ITEIPMAI), le CIRAD (BGPI) et l'IRD (CBGP).

Sur l'ensemble de ces activités scientifiques (épidémiologie, étiologie, maladie virale émergente, dynamique des populations virales et durabilité des résistances), l'équipe est bien reconnue au niveau national et international. De même, ses activités de transfert telles que l'expertise et la mise au point d'outils de diagnostic sont bien reconnues par le département INRA SPE, les instituts techniques et la profession. Son dynamisme, d'une part et d'autre part ses recherches de qualités voire innovantes permettent d'attirer et d'intégrer des nouvelles compétences avec le recrutement de deux chercheurs, et peut-être d'un nouveau chercheur en épidémiologie, dynamique des populations virales, durabilité des résistances à l'échelle du paysage. L'équipe est bien identifiée au niveau de l'école doctorale (SVS-Sciences de la vie et de la santé de l'Université Aix-Marseille) ce qui lui permet d'avoir des doctorants (3 thèses soutenues, 4 en cours) et de nombreux étudiants de Master.

Enfin l'équipe a bénéficié d'importants financements compétitifs de type ANR.



La recherche menée est suffisamment attractive dans son domaine et elle permet de recruter chercheurs (Frédéric Fabre et en mobilité Alexandra Schoeny) et thésards (4 en cours). Elle permet aussi de développer des collaborations à l'étranger, avec la faculté des Sciences de Tunis où trois thèses sont en cours pour des études épidémiologiques sur les virus WMV, ZYMV, PVY, et CMV.

L'équipe a un très bon niveau de financement (21 contrats, 7 projets INRA, prestation de services pour un total de 650 000 Euros), financements nationaux (ANR, MAP, CNRS), INRA (SPE, GAP, ECONAT) et régionaux (PACA, Languedoc Roussillon). Elle participe essentiellement à des programmes nationaux ANR, MAP, INRA, CNRS et régionaux.

La Valorisation est réalisée au travers d'une étroite collaboration avec la profession, les instituts techniques, le service de la protection des végétaux (SPV) et les entreprises qui commercialisent des kits de diagnostic. L'équipe intervient dans le débat public (sécurité alimentaire, OGM etc..).

La stratégie de gouvernance de l'équipe s'inscrit dans la démarche commune à l'unité.

La prise de risque importante mais cependant calculée avec une approche au niveau du paysage

Les chercheurs de l'équipe s'impliquent dans l'enseignement et dispensent environ 80h en M1 et M2 dans les universités d'Avignon et Angers. Ils interviennent également par des conférences sur les maladies émergentes à Agro-Paris tech, et sur la modélisation-biométrie sur Toulouse et Sophia-Antipolis.

- **Appréciation sur le projet :**

Le Projet est dans la continuité des activités précédentes avec un élargissement de l'étude au niveau paysage pour étudier l'étiologie et l'épidémiologie des maladies virales émergentes, la dynamique des populations virales et la durabilité des résistances.

Dans ce contexte l'équipe propose de répondre à la profession par la caractérisation de l'étiologie de maladies nouvelles et le développement d'outils de diagnostics. Des travaux d'épidémiologie virale seront réalisés par une approche multilocale dans le cadre d'un projet ANR Systerra avec l'unité GAFL.

La partie innovante du projet est la recherche des déterminants impliqués dans l'agressivité, la compétitivité, la transmissibilité et l'adaptabilité avec l'objectif de modéliser l'ensemble de ces paramètres dans la dynamique des populations virales à l'échelle de la plante, de la parcelle et du paysage. Ce projet se base sur les acquis et l'expertise de l'équipe, une première expérience réussie dans la modélisation des épidémies virales, un travail sur une zone définie comme la zone atelier dans le bassin méridional de la Durance.

Le projet est bien équilibré avec une partie du projet qui s'inscrit dans la continuité en s'appuyant sur les acquis et la forte demande de la profession, cette partie sera sans doute bien financée. Une deuxième partie est innovante puisqu'elle prend comme échelle d'étude le paysage et la modélisation des paramètres qui sont impliqués dans la dynamique des populations virales et dans la durabilité des résistances.

- **Conclusion:**

Le bilan comme le projet sont excellents.

L'équipe a prouvé que l'investissement placé au niveau des recrutements chercheurs a eu un effet majeur sur la dynamique et la qualité des résultats. L'ancrage au niveau de la profession est très solide, les projets de l'équipe sont en adéquation avec les problèmes actuels que sont l'émergence des maladies virales et la sécurité alimentaire sur les produits maraichers. L'expertise sur la dynamique des maladies virales est très bonne. L'équipe s'est engagée dans un saut qualitatif important avec le passage au niveau du paysage et la modélisation de la dynamique des populations virales avec pour objectif d'anticiper sur la durabilité des résistances.

Le comité attire l'attention de l'équipe sur l'importance du travail sous-jacent à ce projet, en séquençage, en épidémiologie et sur la caractérisation moléculaire des déterminants impliqués dans le contournement. Il serait souhaitable de rechercher des partenaires extérieurs pour renforcer la position de l'équipe sur le plan international et pour partager les efforts de recherche.



Un renforcement des compétences à travers le recrutement en écologie évolutive serait un atout. Le comité recommande d'accroître les efforts pour acquérir une reconnaissance internationale qui se caractériserait par plus d'invitations dans des congrès internationaux.

Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
PATHOLOGIE VÉGÉTALE	A+	A	A+	A	A
VIROLOGIE [MORRIS-LECOQ]	A+	A	Non noté	A+	A+
BACTÉRIOLOGIE [MORRIS-MORRIS]	A+	A	Non noté	B	A
MYCOLOGIE [MORRIS-NICOT]	B	A	Non noté	B	B

C1 Qualité scientifique et production

C2 Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement

C3 Gouvernance et vie du laboratoire

C4 Stratégie et projet scientifique



Statistiques de notes globales par domaines scientifiques (État au 06/05/2011)

Sciences du Vivant et Environnement

Note globale	SVE1_LS1_LS2	SVE1_LS3	SVE1_LS4	SVE1_LS5	SVE1_LS6	SVE1_LS7	SVE2_LS3 *	SVE2_LS8 *	SVE2_LS9 *	Total
A+	7	3	1	4	7	6		2		30
A	27	1	13	20	21	26	2	12	23	145
B	6	1	6	2	8	23	3	3	6	58
C	1					4				5
Non noté	1									1
Total	42	5	20	26	36	59	5	17	29	239
A+	16,7%	60,0%	5,0%	15,4%	19,4%	10,2%		11,8%		12,6%
A	64,3%	20,0%	65,0%	76,9%	58,3%	44,1%	40,0%	70,6%	79,3%	60,7%
B	14,3%	20,0%	30,0%	7,7%	22,2%	39,0%	60,0%	17,6%	20,7%	24,3%
C	2,4%					6,8%				2,1%
Non noté	2,4%									0,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

* les résultats SVE2 ne sont pas définitifs au 06/05/2011.

Intitulés des domaines scientifiques

Sciences du Vivant et Environnement

- SVE1 Biologie, santé
 - SVE1_LS1 Biologie moléculaire, Biologie structurale, Biochimie
 - SVE1_LS2 Génétique, Génomique, Bioinformatique, Biologie des systèmes
 - SVE1_LS3 Biologie cellulaire, Biologie du développement animal
 - SVE1_LS4 Physiologie, Physiopathologie, Endocrinologie
 - SVE1_LS5 Neurosciences
 - SVE1_LS6 Immunologie, Infectiologie
 - SVE1_LS7 Recherche clinique, Santé publique
- SVE2 Ecologie, environnement
 - SVE2_LS8 Evolution, Ecologie, Biologie de l'environnement
 - SVE2_LS9 Sciences et technologies du vivant, Biotechnologie
 - SVE2_LS3 Biologie cellulaire, Biologie du développement végétal

Réponse au rapport de l'évaluation 2006-2010
Unité de Recherche 0407, Pathologie Végétale
Centre INRA-PACA, Avignon

Préambule

Nous remercions la Commission AERES qui a parfaitement pris en compte notre organisation et l'ensemble de nos activités pour l'évaluation de notre Unité. Elle a approuvé l'organisation de notre unité, notre gestion des moyens humains, infrastructurels et financiers, et constaté que cette organisation reçoit l'approbation de l'ensemble des agents de l'unité.

La commission souligne que cette organisation laisse une grande souplesse pour l'orientation scientifique des programmes de l'unité. Par contre, elle nous met en garde contre d'éventuelles difficultés liées à l'hétérogénéité des équipes en termes de taille et de niveau de contractualisation. Nous avons présenté à la commission des démarches entreprises pour fusionner les équipes de Bactériologie et de Mycologie. Cet aspect sera repris plus précisément ci-dessous dans la partie de notre réponse relative à la fusion de ces équipes.

La commission considère que le nombre de thèses soutenues (7) durant la période de l'évaluation « peut paraître un peu faible ». Cette faiblesse est en grande partie liée à notre éloignement physique des universités, qui nous pose des problèmes de reconnaissance par les écoles doctorales et les étudiants. Grâce à la création d'une ED et d'une Structure Fédérative de Recherche à Avignon et notre forte implication dans l'enseignement, nous espérons augmenter notre capacité d'attrait des étudiants. La deuxième raison est la difficulté, comme beaucoup de laboratoires, à trouver des financements de bourses doctorales. Par ailleurs, la commission a remarqué qu'un grand nombre de nos thésards vient des pays du Sud. Nous souhaitons souligner que nous revendiquons notre rôle dans la formation de l'élite scientifique du bassin Méditerranéen de demain.

Nous souhaitons enfin souligner que la visite de la Commission a eu lieu dans une ambiance très agréable, notamment grâce aux membres de la Commission et au délégué AERES. Le planning a été respecté et la Commission a pu animer une discussion riche – même si cette discussion n'a pas toujours permis d'apporter des réponses à toutes les interrogations.

Les réponses de chaque équipe sont présentées ci-après, précédées par un paragraphe traitant plus particulièrement de la fusion des équipes de Bactériologie et Mycologie pour laquelle la Commission souhaite des informations complémentaires.

Fusion des équipes de Bactériologie et Mycologie

La fusion des équipes de Bactériologie et de Mycologie est un processus en cours. Depuis la dernière évaluation de l'unité, le déménagement de l'équipe de Mycologie dans le même bâtiment que la Bactériologie a favorisé le partage des équipements et des gestes techniques et a ainsi permis d'augmenter les interactions entre ces équipes. En outre, ce rapprochement a été concrétisé par le recrutement de deux agents (un AJT et un IE) ayant des activités communes aux deux équipes.

L'étape suivante concerne la mise en place d'un projet de recherche autour des agents phytopathogènes nécrotrophes *Botrytis cinerea* et *Pseudomonas syringae*, disséminés par voie aérienne et ubiquistes dans l'environnement y compris en dehors des habitats agricoles. Nous allons rassembler une partie de nos forces autour de la question des processus d'adaptation de ces agents pathogènes aux phases saprophytes de leur vie afin d'évaluer l'impact de cette adaptation sur leur pouvoir pathogène. La recherche autour de cette thématique nécessitera le développement d'outils d'écologie moléculaire issus en partie d'analyses bioinformatique des séquences génomiques disponibles pour ces deux microorganismes. L'acquisition des compétences spécifiques est prévue par la formation d'un des chercheurs de l'équipe et par le recrutement d'agents contractuels. Nous avons également déposé une demande de recrutement d'un IE en bioinformatique pour l'équipe à notre département de tutelle. Les recommandations de la commission nous confortent dans nos démarches.

Nous pensons que certaines critiques de la commission et leurs préconisations ont leur origine dans une différence de point de vue concernant la finalité de notre recherche. La commission semble préconiser une démarche focalisée sur l'acquisition de connaissances fondamentales. Notre projet s'inscrit dans nos objectifs finalisés de développer des stratégies innovantes de gestion de la santé des plantes, et l'acquisition de connaissances fondamentales n'est pour nous une étape d'un processus menant à une valorisation pratique pour la production agricole.

Evaluation de la Bactériologie

L'équipe remercie la commission d'avoir reconnu l'originalité et la pertinence des recherches de cette équipe et le niveau de risque déjà engagé.

La commission avait des remarques concernant les orientations du projet. Les remarques portaient sur deux difficultés de compréhension des informations présentées : la fusion ou non des deux équipes de Bactériologie et de Mycologie et les objectifs et les motivations du projet. Le premier sujet étant traité ci-dessus, nous abordant le deuxième sujet ici.

En ce qui concerne l'orientation scientifique du projet de la Bactériologie, nous sommes complètement d'accord sur l'importance d'aborder les processus fondamentaux dans la compréhension de l'écologie évolutive de nos organismes. Comme la commission l'a constaté, les équipes de Bactériologie et de Mycologie dépendent actuellement des compétences externes pour aborder des questions concernant la génomique. Les remarques de la commission renforcent notre point de vue que la priorité de demande de recrutement de compétence pour cette équipe est dans un domaine relatif à la génomique. Nous comprenons bien que nous devons préciser plus clairement notre positionnement sur l'importance de cette démarche dans notre travail. Le manque de clarté de ce que nous avons présenté réside dans l'attachement que nous avons pour **la finalité de notre projet – la finalité est la traduction des connaissances en écologie vers les tactiques de protection intégrée des plantes**. Toutefois, la commission note que « *la seule combinaison qui permet un positionnement international serait de prendre en compte différents concepts théoriques d'écologie microbienne et des interactions hôtes-parasites et de s'appuyer sur des méthodes originales et performantes* ». Nous souhaitons remarquer que cette démarche est actuellement la seule démarche déployée par la quasi totalité de la communauté scientifique qui travaille sur *Pseudomonas syringae*. Nous pensons plutôt que notre compétitivité internationale dépend fortement de notre originalité. C'est cette originalité qui nous a permis d'obtenir notre place actuelle sur la scène internationale et qui nous permettra de la garder pendant encore quelques temps.

Les recommandations de la commission soulèvent des questions sur la motivation globale: elle semble préconiser une stratégie scientifique autour de l'ambition du positionnement de l'équipe par rapport aux questions fondamentales d'ordre académique. Bien que l'équipe garde clairement l'objectif de rester leader dans certains domaines pour lesquels elle est actuellement bien reconnue, elle affirme aussi l'ambition de faire une recherche qui fait avancer la gestion intégrée de la production des plantes (un défi majeur pour l'INRA). Les recommandations de la commission nous seront utiles pour mieux avancer dans la compréhension de certains principes d'écologie évolutive de *P. syringae* et *B. cinerea*, mais nous affirmons définitivement que notre responsabilité et notre objectif ultime est de les traduire dans des démarches pratiques de la production végétale.

La commission remarque que la chercheuse CNRS a intégré l'équipe de Bactériologie sur un nouveau sujet, et elle pense que ceci affaiblit l'équipe. Il est nécessaire donc de préciser que son projet concerne l'adaptation de *P. syringae* à la vie en dehors des habitats non agricoles – ce qui est le thème global de l'équipe. Son projet concerne l'adaptation aux interactions avec la composante biologique (microalgues). Les microalgues sont les composants principaux des biofilms aquatiques dans lesquels *P. syringae* se trouve. Les connaissances sur cette niche de *P. syringae* sont les fruits de l'équipe de Bactériologie avant l'arrivée de Mme Berge sur lesquels elle fonde son projet. De plus, la proximité phylogénétique des plantes et les microalgues suscite des questions sur la transposabilité des processus d'adaptation à la vie avec des microalgues vers la vie avec des plantes. Son travail est complémentaire des approches visant à étudier l'adaptation aux paramètres physicochimiques et se déroule en complète intégration du travail des autres membres de l'équipe. La prise en compte des paramètres biologiques des habitats de cette bactérie est cohérente avec la recommandation de la commission de bien intégrer les concepts d'écologie microbienne dans le projet. Le travail de cette chercheuse n'est pas isolé, il renforce nos démarches sur l'adaptation à la vie aquatique de cette bactérie. Par ailleurs, ce projet permet à cette chercheuse de bien trouver sa place scientifique dans l'équipe.

Face aux critiques sur la pérennité de ce projet scientifique, qui cherche encore des financements, il nous semble important de souligner que la reconnaissance internationale de l'équipe de Bactériologie est le fruit d'une ambition scientifique et non pas le fruit du hasard. Cette même ambition est toujours vivace et sera déployée à coup sûr dans la conduite du projet. Notre place de leadership actuel a été assurée à travers le rassemblement et la fidélisation des partenaires, des conditions essentielles pour aborder une vraie recherche interdisciplinaire autour des systèmes complexes. Nous acceptons de laisser la place pour la reconnaissance de nos collègues au sein des collaborations parce que, par définition, dans un sujet interdisciplinaire on ne peut pas être le leader dans toutes les disciplines. Le rôle particulier de notre équipe est de faciliter l'interdisciplinarité. Nous avons des années d'expérience dans ce rôle et, s'il est bien conduit, ne mène pas à la perte du leadership comme le redoute la commission.

En conclusion, l'équipe de Bactériologie remercie la commission pour la richesse et la pertinence de ses recommandations en ce qui concerne l'avenir de cette équipe, de sa fusion avec la Mycologie et de ses stratégies pour la recherche de financements.

Evaluation de la Mycologie

L'équipe de Mycologie remercie les experts de la commission pour leur rapport globalement positif sur le bilan de la période 2006-2010. A la lecture de ce rapport, nous avons identifié quatre points sur lesquels nous souhaitons apporter des précisions :

- 1- Notre production académique inclut 16 publications à comité de lecture (dont 8 dans des revues dites "excellentes") pour deux chercheurs N2, soit une moyenne de 8 par chercheur, avec un Facteur d'Impact moyen de 2,5.

Une appréciation positive sur ce point nous a paru particulièrement satisfaisante du fait de:

- la difficulté de valoriser dans des revues prestigieuses des résultats issus de travaux de recherche finalisée,
- le pas de temps nécessaire à l'acquisition de données pertinentes dans ce type d'études (par exemple, répétitions sur plusieurs saisons de culture),
- le faible nombre de revues de notre domaine reconnues comme "excellentes" par le référentiel INRA.

Nous notons également avec satisfaction que les experts de la commission estiment que nos résultats méritent une diffusion 'dans des revues ayant une plus grande audience en écologie et biologie évolutive'.

- 2- Nous estimons que le jugement de la commission sur notre présumée faible prise de risques sur la période 2006-2010 n'est pas totalement justifié. Nous avons par exemple été parmi les premiers au niveau international à travailler sur la durabilité de la protection biologique contre les maladies des plantes. En 2005, lors de la dernière évaluation collective, ce même projet avait été jugé comme 'très ambitieux et présentant une part de risques élevée'.
- 3- La reconnaissance apportée par la commission renforce notre motivation à poursuivre nos missions d'enseignement et de formation, qui continueront d'être réalisées localement, mais aussi au sein d'écoles d'ingénieurs nationales et à l'étranger.
- 4- Pour finir, nous remercions la commission pour les encouragements et les conseils prodigués sur le projet 2011-2014 de notre équipe. Nous nous attacherons à en tirer le meilleur bénéfice possible afin d'éviter l'écueil signalé d'une trop forte prise de risques. Ce projet continuera à s'inscrire dans nos objectifs finalisés liés à la protection intégrée des cultures sous abris.

Evaluation de la Virologie

L'équipe de virologie se réjouit de l'évaluation très positive de ses activités et de son projet. Elle prend acte des encouragements de la commission à poursuivre ses activités 'historiques' de veille en matière de diagnostic des virus des plantes herbacées (et particulièrement des espèces maraîchères et ornementales), d'épidémiologie et d'étude sur les résistances aux virus et leur durabilité, activités développées en partenariat étroit avec la profession.

L'équipe se sent particulièrement confortée dans les orientations nouvelles prises ces dernières années, en matière de modélisation de l'évolution des virus et d'analyse de la dynamique des populations de pucerons vecteurs. Elle apprécie vivement les encouragements de la commission à s'engager désormais dans l'étude des populations virales au niveau du paysage. Nul doute que ces évolutions récentes de nos thématiques de recherche conforteront la reconnaissance de l'équipe au niveau international.

Montfavet, le 11 mai 2011

Cindy E. Morris
Directrice UR0407 Pathologie Végétale