



**HAL**  
open science

## Agroécologie

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. Agroécologie. 2011, Université de Bourgogne, Agrosup Dijon - Institut national supérieur des sciences agronomiques de l'alimentation et de l'environnement, Institut national de la recherche agronomique - INRA, Centre national de la recherche scientifique - CNRS. hceres-02034527

**HAL Id: hceres-02034527**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02034527>**

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

Rapport de l'AERES sur  
l'unité :

Agroécologie Dijon

sous tutelle des

établissements et organismes :

Université de Bourgogne

AgroSup Dijon

INRA

CNRS

Mars 2011



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

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Agroécologie Dijon

sous tutelle des

établissements et organismes :

Université de Bourgogne

AgroSup Dijon

INRA

CNRS

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Mars 2011



# Unité

Nom de l'unité : Agroécologie Dijon

Label demandé : UMR

N° si renouvellement :

Nom du directeur : M. Philippe LEMANCEAU

## Membres du comité d'experts

Président :

M. Luc ABBADIE, Université Pierre et Marie Curie, Paris

Experts :

M. Ed TOPP, Agriculture et Agroalimentaire Canada

M. François SIMON, Faculté de médecine Paris-Diderot, Paris

Mme Danièle MAGDA, INRA, Toulouse

Mme Mathilde CAUSSE, INRA, Avignon

M. Jean-Noel AUBERTOT, INRA, Toulouse

M. Alain GOJON, INRA, Montpellier

M. Frédéric REVERS, INRA, Bordeaux

Mme Mireille NAVARETTE, INRA, Avignon

M. Guillaume BECARD, Université Paul Sabatier, Toulouse, au titre du CNU

M. Jean ROGER-ESTRADE, AgroParisTech, au titre du CNECA

M. Thierry LANGIN, CNRS, Clermont-Ferrand, au titre du CoNRS

M. Dominique JOB, CNRS, Lyon, au titre des CSS de l'INRA

## Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Steven BALL

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

Mme Monique DUMAS, Université de Bourgogne

M. Frédéric HUET, Université de Bourgogne

M. Gérard BOUCHOT, AgroSup

Guy RICHARD, INRA

Olivier LE GALL, INRA

Hélène LUCAS, INRA



## 1. Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite s'est déroulée sur trois journées et demi sur site, du 7 au 10 mars 2011. La première journée et la matinée de la seconde ont été consacrées à une série d'exposés sur les contours de la future Très Grande Unité d'Agroécologie et sur le bilan des quatre UMR et de l'EA constitutives de la TGU. L'après midi du 8 a débuté par un bref rappel sur la future TGU et s'est poursuivie par la présentation des projets scientifiques de ses quatre pôles. La journée du 9 a été ouverte par une série d'exposés sur les plateformes attachées à la TGU, les ateliers thématiques et la cellule de soutien à la recherche. Puis, le Comité de visite a rencontré successivement les représentants des tutelles, la Direction de la future TGU, les représentants des ITA-IATOS, puis ceux des enseignants-chercheurs et des chercheurs et, enfin, les doctorants et les post-doctorants. A la suite de chaque exposé majeur, une réunion de débriefing immédiat du Comité de visite a été insérée. La matinée du 10 a été entièrement consacrée à l'élaboration du rapport d'évaluation.

- Historique et localisation géographique de l'unité et description synthétique de son domaine et de ses activités :

Les composantes de la future TGU sont toutes situées sur le campus de Dijon, à proximité les unes des autres. L'UMR Biologie et gestion des adventices (BGA) (Université de Bourgogne, AgroSup, INRA) est focalisée sur l'écologie des communautés d'adventices et sur les systèmes agricoles innovants. L'UMR Génétique et écophysologie des légumineuses à graines (LEG) (AgroSup, INRA) conduit des études de biologie intégrative sur les légumineuses, notamment sur la nutrition azotée et soufrée de ces plantes. L'UMR Microbiologie du sol et de l'environnement (MSE) (Université, INRA) est un laboratoire d'écologie microbienne centré sur les interactions plantes-microorganismes et les processus biogéochimiques associés. L'UMR Plante-microbe-environnement (PME) (Université de Bourgogne, CNRS, INRA) étudie également les relations plantes-microorganismes, essentiellement sous l'angle des associations mycorhiziennes. Enfin, le Laboratoire interactions muqueuses-agents transmissibles (LIMA) (Université, Centre Hospitalier Universitaire) étudie la dynamique des agents infectieux, en particulier des voies respiratoires, en milieu hospitalier.

- Equipe de Direction :

Direction (TGU): M. Philippe LEMANCEAU

Collège de Direction (TGU): Mme Céline BERNARD, M. Alain BONNIN, Mme Fatima EL GHISASSI, M. Christophe MOUGEL, M. Lionel RANJARD, M. Xavier REBOUD, M. Christophe SALON, Mme Françoise SIMON-PLAS, M. Christian STEINBERG



- Effectifs de l'unité :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	48	50
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	45	39
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	9	5
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	132 (118,3 ETP)	138 (126,7 ETP)
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	20	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	51	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	54	45

## 2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global sur l'unité:

Le projet de Très Grande Unité (TGU) Agroécologie, soutenu et souhaité par la Direction de l'Université de Bourgogne (UB), la Direction de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et la Direction de l'Institut National Supérieur des Sciences Agronomiques, de l'Alimentation et de l'Environnement de Dijon (AgroSup), présente un potentiel élevé d'innovation scientifique dans les domaines combinés de l'agronomie et de l'écologie et répond à un enjeu social majeur à l'échelon du pays et de la planète. C'est un projet très innovant conceptuellement et techniquement, qui repose sur un large gradient de compétences détenues par les personnels de quatre UMR UB-INRA (dont une associée au CNRS), une équipe d'accueil de l'UB et quelques petites équipes (non évaluées) d'AgroSup. Le projet constitue en soi une prise de risque collective au bon sens du terme, susceptible de contribuer significativement aux niveaux national et international à la fondation d'une approche innovante des problématiques de la production agricole et de l'environnement.

- Points forts et opportunités :

L'objectif même de la TGU, l'agroécologie, constitue en soi un point fort puisque cette thématique est encore peu travaillée en France et dans le monde au niveau d'engagement proposé. L'association des échelles d'observation et d'expérimentation envisagées, la diversité des objets sur lesquels s'appuiera la recherche, l'émergence très probable d'objets de plus en plus communs au sein de la TGU (modèle légumineuses par exemple), et la réunion de disciplines variées en vue de l'élaboration d'une interdisciplinarité effective (l'agroécologie est un sujet éminemment interdisciplinaire), sont porteuses de renouvellements scientifiques importants dans le vaste domaine de l'analyse des systèmes écologiques et agronomiques. Beaucoup des compétences nécessaires pour construire l'agroécologie sont réunies dans la future TGU, et celles qui manquent pourront être acquises par les nombreux jeunes chercheurs créatifs parties prenantes au projet, par le réseau des collaborateurs extérieurs à la TGU et par des recrutements ciblés. Une autre garantie du dynamisme de la TGU est apportée par la disponibilité de plateformes techniques, Génosol, ensemble de ressources biologiques, plateforme de phénotypage (avec un développement futur sur les racines très innovant), et les liens étroits avec une unité expérimentale de terrain. Ces plateformes permettront de maintenir la TGU sur des standards techniques de niveau international, attractifs, et constitueront de fait des outils de pluridisciplinarité effective. Pour le campus de Dijon, cette opération est une opération phare, très structurante, qui sera soutenue dans la durée par les trois tutelles principales (INRA, UB, AgroSup).



- Points à améliorer et risques :

L'intérêt du projet de TGU Agroécologie est de mobiliser des disciplines et des compétences rarement réunies dans l'analyse des systèmes écologiques et agronomiques. La contribution à la démarche d'intégration scientifique sera plus ou moins facile d'une composante à l'autre de la TGU et d'une discipline à l'autre. Le pôle Ecoldur jouera à l'évidence un rôle central dans la problématisation de l'agroécologie. L'engagement de l'ensemble des composantes de la TGU étant toutefois une condition du succès de l'opération, il faudra veiller à maintenir les conditions nécessaires à une contribution équilibrée de toutes les parties prenantes au projet.

Le mode de gouvernance de la TGU n'est pas encore totalement abouti. Une certaine imprécision demeure sur la répartition des responsabilités au quotidien, notamment en matière de gestion, entre la Direction de la TGU et les directions des pôles. De même, le circuit d'élaboration des décisions stratégiques et de la politique scientifique, ainsi que la contribution des diverses catégories de personnel à cette élaboration sont encore flous. Dans les deux cas, le Comité de visite a confiance dans la capacité du porteur de projet à améliorer la situation rapidement.

Le concept d'agroécologie sur lequel doit se construire la TGU est un concept large, qui est encore loin d'être stabilisé. La cohérence et la capacité d'innovation de la TGU reposent en grande partie sur une vision partagée de l'agroécologie et de ses spécificités scientifiques. Ce travail de conceptualisation est engagé, mais il importe de le poursuivre avec plus de force dans l'intérêt de la TGU mais aussi dans celui de la communauté scientifique. L'agroécologie étant une des clés de l'adaptation aux changements globaux, on attend de Dijon une contribution non seulement technique et méthodologique, mais également conceptuelle et générique sur la nature même de l'agroécologie.

Les UMR constitutives de la TGU ont développé des compétences spécifiques, toutes importantes pour l'agroécologie, certaines de façon moins directe que d'autres. Ces compétences présentent aussi une grande valeur scientifique en soi, et une valeur pour d'autres approches de la production agricole, elles doivent donc être maintenues. Par ailleurs, le développement d'une science agroécologique à moyens constants peut conduire à la réduction voire l'abandon de certaines thématiques, notamment celles faisant appel aux approches plus réductionnistes. Le problème ne se pose pas dans l'immédiat, mais il risque d'apparaître progressivement. Abandonner ces thématiques nuirait à la conception dijonnaise de l'agroécologie. Dans ce cadre, le maintien d'un lien formalisé avec le CNRS, sous la forme de la création d'une équipe labellisée représenterait un signal fort et positif, que le comité ne peut qu'encourager. La discussion de la pertinence des choix qui devront être faits, notamment au moment de la définition de profils de postes, peut être une source de tensions. L'existence d'un dialogue permanent sur l'évolution scientifique de la TGU est très important dans cette perspective. Les axes thématiques transversaux sont une des réponses adaptées à ce problème, mais la mécanique de ce dialogue est encore à renforcer et doit être explicitée.

- Recommandations:

De tous ces commentaires il ressort quatre recommandations principales:

- Veiller à faire mieux partager en interne la vision scientifique et politique qui justifie le projet de la TGU d'Agroécologie de Dijon en renforçant le dialogue permanent sur les enjeux, les points forts et les faiblesses du projet, sur le concept d'agroécologie.
- Réaffirmer la liberté de création scientifique des individus et des pôles dans les domaines scientifiques qui ont fondé la qualité des UMR participantes au projet et, dans le même temps, accroître l'investissement dans l'animation transversale. La difficulté du projet de TGU réside dans la nécessité de maintenir les acquis des UMR tout en stimulant l'émergence d'axes scientifiques nouveaux.
- Réfléchir à la possibilité de mettre en place un Conseil scientifique interne, représentatif de toutes les composantes de la TGU, comme organe d'élaboration des stratégies scientifiques et techniques de la TGU en appui à la Direction.
- Clarifier les principes et méthodes de la gouvernance: préciser le rôle et les périmètres des diverses structures, réduire éventuellement le nombre des structures, préciser les compétences respectives de la TGU et des pôles dans la gestion quotidienne comme dans l'élaboration de la stratégie scientifique de l'ensemble.



- Données de production :

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	71/89
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	20/30 IE-IR
A3 : Taux de producteurs de l'unité [ $A1/(N1+N2)$ ]	80%
A4 : Nombre d'HDR soutenues	14
A5 : Nombre de thèses soutenues	49

### 3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

La production scientifique de l'ensemble des UMR qui souhaitent se rassembler dans la future Très Grande Unité (TGU) « Agoécologie » est globalement de très bon niveau, quantitativement et qualitativement, en dépit d'une certaine disparité entre unités, équipes et individus. Cette production comprend la publication d'articles scientifiques dans des revues internationales, en nombre croissant et dans des journaux à facteur d'impact de plus en plus élevé sur la période considérée. Elle comprend également le développement et la gestion d'outils collectifs de haute qualité (collections de plantes et de microorganismes, plateau technique Génosol, banque de sols), ouverts aux unités de Dijon et mis à la disposition des communautés nationale et internationale. Il faut également signaler une activité forte et régulière de transfert vers le monde socio-économique, notamment l'accompagnement de la filière protéagineuse, et une contribution à la création de petites entreprises. A l'échelon de l'ensemble des UMR, l'investissement des équipes dans la formation au niveau doctorat paraît correct en termes de nombre de doctorants par rapport au potentiel d'encadrement (ni surdimensionné, ni sous-dimensionné), malgré des différences entre unités. De plus, les travaux des doctorants sont bien valorisés sous forme de publications de rang A.

Les UMR de la future TGU présentent un certain nombre d'originalités scientifiques et de spécificités qui méritent d'être signalées. L'exemple le plus frappant concerne les compétences rassemblées autour de l'écologie des adventices, unique en France, qui contribuent fortement à la visibilité internationale du pôle agroécologique dijonnais. De même, les recherches sur l'écologie microbienne des sols, sur la biologie intégrative de la fixation d'azote chez les légumineuses, sur la question environnement-santé humaine, sur le rôle du NO dans la signalisation, sur la dynamique membranaire et les voies de signalisation impliquées dans la réponse de la plante aux éliciteurs, sur les acteurs moléculaires clés impliqués dans la symbiose mycorhizienne, sans avoir le même caractère d'exclusivité que les recherches sur les adventices, ont une visibilité internationale certaine et de longue date, avec quelques aspects très originaux au niveau national, comme l'étude du NO et des radeaux lipidiques dans la signalisation. Ces thématiques contribuent également à définir fortement l'identité scientifique du pôle Dijonnais dont l'expertise dans ces domaines est parfaitement reconnue aux niveaux national et international.

L'activité contractuelle des UMR du futur pôle dijonnais d'agroécologie est remarquable. La participation à des projets européens, dont deux en coordination, est un élément important de son rayonnement scientifique international. Sur le plan régional, les unités de Dijon constituent à l'évidence un partenaire de choix pour les autorités concernées, qui contribuent puissamment à leur bonne santé financière. D'une manière générale, les unités font preuve d'un grand dynamisme dans la recherche de contrats, y compris avec le secteur privé. Ces contrats publics et privés témoignent du rayonnement scientifique des unités et leur bonne insertion dans la sphère socio-économique. Les UMR du pôle dijonnais remplissent pleinement les missions assignées par leurs différentes tutelles que sont l'INRA, les établissements d'enseignement supérieurs et le CNRS.



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

D'une manière générale, les UMR de la future TGU d'agroécologie bénéficient d'une réputation scientifique indiscutable au niveau national, et d'une bonne à très bonne visibilité internationale qui devrait continuer à s'accroître dans les prochaines années. Le nombre important de recrutements déjà effectifs (deux professeurs sur la période considérée, dont un étranger, et quelques chargés de recherche INRA ou CNRS) et programmés dans les prochaines années (par exemple, six postes de chargé de recherche INRA ouverts au recrutement en 2011), la place occupée par les unités dans les réseaux nationaux et internationaux, l'organisation fréquente de colloques, le grand nombre de conférences invitées dans des colloques internationaux ou la contribution à l'enseignement à l'étranger, témoignent d'une très bonne attractivité de l'ensemble, que l'on peut même qualifier d'excellente pour les unités BGA et PME. Si une proportion importante des articles produits dans les différentes UMR sont co-signés avec des scientifiques étrangers, on peut regretter le nombre faible de collaborations formalisées et à long terme avec des institutions étrangères, à l'exception notable de la Noble Foundation. Ce constat quelque peu négatif doit être tempéré par la mise en place du programme européen Ecofinder, coordonné par l'unité MSE, qui traduit une prise de leadership européen dans le domaine de la microbiologie du sol. De même, les ressources biologiques et les plateformes créées ou en cours de création par plusieurs des unités (collections génétiques, échantillons de sol, plateforme de phénotypage, etc...) constituent un atout fort pour accroître la visibilité nationale et internationale du pôle Dijonnais. Enfin, il faut signaler que beaucoup de personnes sont rédacteurs associés ou membres de comités de rédaction de nombreuses revues internationales de très haut niveau.

Les succès de l'ensemble des unités à la réponse à des appels d'offre est très satisfaisant, que ces appels émanent des agences nationales de financement, des collectivités publiques, de l'Europe ou du secteur privé. Les financements non récurrents représentent 85 % en moyenne des financements totaux, 30 % environ de ces crédits non récurrents étant d'origine régionale. Le nombre de contrats avec le privé est également élevé, ce qui témoigne d'une activité de transferts intense, en particulier autour des protéagineux, et d'une activité de prestation appréciée des entreprises. La contribution significative à l'émergence ou à la création d'entreprise est également une marque de transferts réussis vers le monde socio-économique.

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

La gouvernance a été évaluée sur la base du projet de TGU Agroécologie et non par rapport au passé des UMR. Ce projet est porté par le Directeur actuel de l'UMR Microbiologie du sol et de l'Environnement (MSE), dont la compétence et l'énergie ont été très appréciées par le Comité de visite. Ce projet de TGU est d'une grande pertinence sociétale et scientifique. Dijon est potentiellement l'un des principaux pôles d'agroécologie en France. Il faut donc féliciter le porteur de projet et les tutelles pour s'être engagés avec beaucoup de détermination dans une opération difficile (la problématique de l'agroécologie est encore peu cadrée sur les plans conceptuel et technique) mais potentiellement très innovante (la TGU est susceptible de contribuer à fonder ce qui pourrait devenir une nouvelle discipline scientifique). Si dans l'ensemble, les personnels permanents de la future TGU semblent convaincus de l'intérêt scientifique du projet et de l'enjeu pour le pôle dijonnais, cette même communauté a exprimé lors de nos entretiens une certaine inquiétude quant à la gouvernance de l'Unité, et pour plusieurs d'entre-eux sur la place de plusieurs thématiques dans ce futur pôle d'agroécologie. Ces inquiétudes résultent probablement d'un déficit d'explication des modalités possibles de mise en place de la TGU, d'un certain manque de lisibilité des différentes structures de gouvernance souvent perçues comme redondantes, avec des missions pas toujours lisibles, et une représentation jugée insuffisante de l'ensemble des personnels et des équipes produisant la recherche au sein de la future unité et enfin d'une absence de cadre conceptuel permettant le développement et le succès de telles recherches futures. Il existe aussi une difficulté pour les personnels ITA de gestion, placés dans une cellule de gestion qui apparaît assez isolée des équipes de recherche avec lesquelles ils sont supposés interagir. Ce projet de TGU apparaît donc encore comme un projet essentiellement en maturation et qui doit trouver ses marques. La priorité ayant été donnée jusqu'à présent à la dimension scientifique du projet, le comité de visite ne peut qu'encourager vivement le porteur du projet et son équipe de direction à accroître les interactions avec toutes les catégories de personnel, de façon à mettre en place des structures de gouvernance plus lisibles et plus représentatives, de façon à favoriser un management plus collégial du projet, et parvenir à une meilleure adhésion des personnels au projet.

L'ambition et la motivation de la TGU d'agroécologie sont en elles-mêmes des moteurs de l'innovation scientifique et technique. Le défi majeur de la période de transition entre les anciennes Unités et la nouvelle TGU est de parvenir à concilier maintien de la qualité et de l'identité scientifique des ex-UMR constitutives (indispensables à leur visibilité et justification) et un engagement fort dans la réflexion et les projets nouveaux aux interfaces des différentes disciplines sous-tendants l'agroécologie. De façon à répondre à ce challenge ambitieux, la TGU s'est organisée en quatre pôles de recherche, qui reprennent l'essentiel des thématiques développées auparavant dans les UMR, et plusieurs axes thématiques transversaux avec comme objectif d'alimenter les réflexions permettant de construire petit à petit une véritable démarche agroécologique.



L'animation scientifique, point clé de la réussite de la TGU sur le long terme, sera développée principalement au sein de ces ateliers thématiques transversaux, au format souple et évolutif. L'objectif est de faire émerger à partir des quatre pôles de recherche actuels de la TGU des thématiques nouvelles. Ces ateliers apparaissent ainsi comme de bons outils inter-pôles de réflexion sur des concepts et approches clés de l'agroécologie et permettraient de déboucher rapidement sur des réponses collectives à des appels d'offre par exemple. Ces ateliers seraient un lieu d'émergence d'une véritable interdisciplinarité au sein de la TGU, c'est-à-dire, d'intégration des approches analytiques, focalisées, développées dans les pôles. Par nature, le pôle Ecoldur aura sans doute un rôle central à jouer dans les inflexions futures du laboratoire, la définition de nouveaux systèmes de culture, et à termes l'élaboration d'une vision systémique, intégrative des échelles, des objets et des problématiques. L'intégration des apports potentiels de GEAPSI et d'IPM dans la réflexion d'ensemble sur le projet de TGU est clairement plus difficile que pour les autres pôles, ce qui nourrit de vives inquiétudes sur les orientations scientifiques et le fléchage des moyens, en particulier humains, dans le futur.

La contribution des personnels de la TGU à l'enseignement au sein de l'université de Bourgogne et d'AgroSup Dijon est extrêmement importante puisque ses enseignants chercheurs sont responsables de tous les enseignements de biologie et de physiologie végétales et d'une bonne part des enseignements de biochimie et de microbiologie, et ceci à tous les niveaux (licence, master, doctorat). Les chercheurs apportent eux aussi une contribution significative, y compris en licence. L'enseignement dispensé à Dijon en lien avec les compétences de la TGU n'est pas encore internationalisé. Les personnels s'emploient à changer cette situation en préparant un projet Erasmus Mundus qui témoigne d'une volonté d'ouverture et de renforcement de la visibilité internationale du pôle Dijonnais.

- **Appréciation sur la stratégie scientifique et le projet:**

La TGU sera fondamentalement structurée en quatre pôles: Déterminismes génétiques et environnementaux de l'adaptation des plantes à des systèmes de culture innovants (GEAPSI), Ecologie des communautés et durabilité des systèmes agricoles (ECOLDUR), Mécanismes et gestion des interactions plantes-microorganismes (IPM), Microbiologie environnementale et risques sanitaires (MERS). Deux de ces pôles (ECOLDUR et GEAPSI) principalement reconduisent plus ou moins le périmètre de deux anciennes UMR et deux autres reposent sur un mélange plus fort des compétences, dont un pôle vraiment nouveau autour de la thématique environnement-santé (LEG et une petite partie de BGA constituent le pôle GEAPSI; l'essentiel des équipes de BGA, une partie de MSE et deux équipes d'AgroSup sont rassemblés dans le pôle ECOLDUR; PME, une équipe de MSE et 2 personnes d'AgroSup constituent le pôle IPM; une équipe de MSE et l'équipe associée LIMA se retrouvent dans le pôle MERS). Nous détaillons ci-dessous notre évaluation de chaque projet de pôle et conclurons par une appréciation générale du projet de TGU

*Pôle : GEAPSI (Déterminismes génétiques et environnementaux de l'adaptation des plantes à des systèmes de culture innovants); Responsable : Christophe SALON*

Le nouveau pôle « *Déterminismes génétiques et environnementaux de l'adaptation des plantes à des systèmes de culture innovants* » (GEAPSI) de la TGU Agroécologie regroupe les expertises en génétique des espèces végétales cultivées (légumineuses) et sauvages (adventices) qui étaient précédemment distribuées au sein des UMR LEG et BGA, ainsi que celles en écophysiologie (légumineuses) développées dans l'UMR LEG. Le projet repose sur le constat que les systèmes de culture de la majeure partie des zones agricoles d'Europe se sont développés grâce à une utilisation intensive d'intrants. Il en a résulté des effets collatéraux qu'il convient maintenant de maîtriser et corriger, comme l'ont souligné le Grenelle de l'Environnement ou le plan EcoPhyto 2018. Du fait de la propriété unique des plantes légumineuses de fixer symbiotiquement l'azote atmosphérique et de l'expertise de l'UMR LEG dans ce domaine, le pôle GEAPSI centre son projet sur ces plantes. Le pôle intègre également de nouvelles approches de génétique et de génomique sur les plantes adventices. En plus de cet aspect environnemental touchant l'utilisation des engrais azotés, l'étude et l'amélioration des plantes légumineuses sont du plus grand intérêt agronomique car leurs graines jouent un rôle majeur dans l'alimentation animale puisqu'elles sont particulièrement riches en protéines. De fait, l'augmentation des surfaces cultivées en plantes légumineuses devrait permettre de diminuer la dépendance de l'UE en protéines végétales importées.

Le rendement des cultures dépend en grande partie des conditions environnementales rencontrées. Le projet vise ainsi à minimiser l'impact de ces conditions fluctuantes sur les rendements par une meilleure connaissance de la plasticité des plantes vis-à-vis des stress (caractérisation de la variabilité naturelle), en vue de s'adapter à de nouveaux systèmes de culture impliquant des peuplements complexes et hétérogènes (associations entre espèces, mélanges de variétés, compétition avec les adventices, populations de microorganismes du sol) et de comprendre leur fonctionnement intégré. Ces questions seront abordées au sein de trois thèmes de recherche.



Le premier concernera l'étude de l'optimisation du prélèvement des ressources telluriques par les plantes en interaction avec leurs partenaires biotiques. Ceci concernera principalement l'azote (nodulation) et le soufre (mycorhization), ce dernier devenant limitant depuis quelques années grâce aux progrès réalisés dans la maîtrise de la pollution des rejets industriels. Les recherches seront menées sur la plante modèle *Medicago truncatula* et sur le pois et viseront à caractériser l'impact de la plante sur les communautés microbiennes du sol et le rôle de ces dernières dans la nutrition de la plante (notamment en conditions d'intrants limitantes). Cette approche sera basée sur l'existence de variabilité naturelle, tant chez les plantes que les microorganismes et devrait déboucher sur la caractérisation de QTL/PQL. Les gènes candidats seront éprouvés par génétique inverse grâce notamment aux collections de TILLING (et ecoTILLING) disponibles au laboratoire.

Le second thème s'attachera à l'étude de la mobilisation, du transfert, et de la mise en réserve des ressources en conditions fluctuantes. Deux approches seront mises en œuvre : d'une part, l'étude de la distribution des assimilats au sein de la plante au moment de la sénescence, notamment dans des conditions environnementales variables (nutrition azotée, température, eau) ; d'autre part, l'étude des mécanismes internes à la graine contrôlant l'accumulation (et la composition, notamment en acides aminés soufrés dont l'un d'entre eux, la méthionine, est un acide aminé essentiel) des différentes réserves protéiques et non-protéiques ainsi que l'étude des propriétés nutritionnelles, allergéniques, voire répulsives pour les insectes de type bruches de ces différentes réserves. Ces études seront menées sur *Medicago truncatula* et sur pois par des approches génétiques et « omiques » (protéome, transcriptome, métabolome) avec des approches comparatives intéressantes. Ces deux thèmes s'appuieront sur la dissection des processus écophysologiques contrôlant les traits intégrés (Flux de carbone, d'azote, architecture et cinétique de développement des plantes, en présence et absence de mycorhization). A terme, l'influence de l'environnement bactérien global pourrait être abordé en lien avec les autres pôles.

Enfin, le thème 3 abordera l'étude de la variabilité intra-spécifique et l'évolution des traits déterminant l'adaptation des adventices aux agro-écosystèmes et/ou responsables de services écosystémiques. Outre les approches traditionnelles d'écophysologie, ce thème mettra en œuvre les techniques de la génomique (par exemple séquençage à haut débit). Les recherches porteront en particulier sur le déterminisme et l'évolution de traits de vie (dispersion, dormances, germination des graines) d'espèces adventices communes (diverses Crucifères) ou à valeur patrimoniale (bleuet, coquelicot), la caractérisation des mécanismes de la tolérance aux herbicides, et enfin sur l'étude de la structure en population des adventices et leur dispersion dans le paysage.

L'ensemble de ces travaux bénéficiera des capacités de phénotypage de la plateforme PPHD qui permettra d'affiner les mesures de trait et d'augmenter considérablement le débit des analyses.

Il est clair que les équipes impliquées dans le projet proposé sont très compétentes et compétitives, ainsi que démontré par la qualité (et le nombre) des publications réalisées lors du précédent quadriennal. De plus, les contours du nouveau pôle GEAPSI sont très proches de ceux de l'UMR LEG et l'intégration des membres de BGA ne devrait pas poser problème, les approches de génomique et de génétique évolutive assurant un pont entre les thèmes. A terme il convient que les 3 groupes identifient des questions communes de façon à aller vers une certaine genericité de leurs recherches.

*Pôle : ECOLDUR (Ecologie des communautés et durabilité des systèmes agricoles); Responsables : Xavier REBOUD & Christophe MOUGEL*

Le pôle « Ecologie des communautés et durabilité des systèmes agricoles » est constitué de 56 personnes (49 ETP) issues des UMR BGA et MSE et de deux équipes d'AgroSup Dijon (« Diversité et qualité des sols » et « Agroéquipements »). L'objectif général du pôle est d'analyser le fonctionnement des agro-écosystèmes par des approches combinant de manière originale méthodes et concepts issus de l'agronomie et de l'écologie, afin d'évaluer et de concevoir des systèmes de production durables. Le regroupement des expertises en écologie issues de MSE et BGA paraît très prometteur, permettant d'utiliser les concepts de l'écologie microbienne en écologie végétale et vice-versa (traits de vie ; lien diversité/fonctions). L'association entre écologues et agronomes est également essentielle pour atteindre les objectifs finalisés de la TGU sur l'agroécologie, proposer des systèmes innovants sur la base de la compréhension des interactions et régulations au sein des communautés.

Les enjeux scientifiques portés par le pôle sont : 1. Compréhension du rôle de la diversité et des interactions biotiques dans le fonctionnement des agro-écosystèmes pour optimiser les services écosystémiques ; 2. Conception et évaluation multicritères des systèmes de culture innovants ; 3. Intégration de l'écologie spatiale et de l'échelle paysagère dans la manière d'aborder les agro-écosystèmes et leur fonctionnement. Pour renseigner ces 3 enjeux, le pôle avait proposé dans le document écrit une structure matricielle complexe (6 thèmes croisés à deux groupes), qui a été largement simplifiée et améliorée lors de la présentation orale. La commission approuve la nouvelle organisation reprenant les trois enjeux du pôle, qu'elle considère comme beaucoup plus cohérente et performante que la précédente.



Les objets d'étude privilégiés sont le système de culture à l'échelle de la parcelle et l'organisation de systèmes à l'échelle du paysage, en faisant abstraction d'un niveau d'organisation intermédiaire, celui de l'organisation des systèmes à l'échelle de l'exploitation agricole. Si cela peut être acceptable lors des études d'évaluation d'impacts, tant agronomiques qu'écologiques, cette échelle devient cruciale pour le volet conception de systèmes, l'exploitation agricole étant un lieu potentiel de leviers agronomiques qu'on peut valoriser (par la gestion coordonnée de parcelles), mais générant aussi un ensemble de contraintes pour les systèmes à construire.

Sur l'enjeu 1 « l'analyse du rôle de la biodiversité et des interactions sur le fonctionnement des agroécosystèmes », le pôle propose de travailler, à différentes échelles, sur la structuration des communautés végétales et microbiennes sous l'influence du pédo-climat et des pratiques agricoles. Une des originalités fortes de cet enjeu est de chercher à analyser le rôle des interactions fonctionnelles entre communautés végétales et microbiennes et leur contribution dans la conception d'innovations à l'échelle des systèmes de culture. Pour atteindre cet objectif, il sera nécessaire de bien préciser et hiérarchiser les objectifs attendus notamment au regard de la nature des services écosystémiques ciblés, de construire des cadres conceptuels formalisant ces interactions et de définir les questions de recherches communes à traiter.

Sur l'enjeu 2 « Conception et évaluation multicritères de systèmes de culture », le pôle vise à produire/adapter des modèles et outils pour évaluer les systèmes de culture et leur organisation, à la fois du point de vue du fonctionnement des communautés, mais aussi de la fourniture de divers services écosystémiques. Cet enjeu est central vis-à-vis des objectifs du pôle, et plus globalement de la TGU. Le pôle EcolDur paraît particulièrement bien placé sur le volet évaluation, grâce à une diversité de modèles produits sur le quadriennal précédent (dans l'Unité BGA notamment) et à l'implication des chercheurs dans plusieurs dispositifs (réseaux d'observation de parcelles d'agriculteurs, dispositif expérimental de l'UE d'Epoisse). En revanche, l'objectif de conception de systèmes innovants nécessitera plus de maturation. Il existe une large communauté d'agronomes concepteurs de systèmes techniques innovants, avec des approches très variées (prototypage, expérimentation-système, analyse multicritères, co-conception avec les acteurs...). Les choix méthodologiques du pôle méritent donc d'être clarifiés et argumentés.

L'enjeu 3 consiste à utiliser des concepts de l'écologie spatiale à différentes échelles (de l'agrégat à la région) dans la manière d'aborder les agro-écosystèmes et leur fonctionnement. Outre les enjeux cognitifs sur la caractérisation des communautés et les déterminants des structurations des communautés, le pôle vise, de manière pertinente, à contribuer à la définition d'organisations spatiales du paysage (agencement spatial des systèmes de culture et gestion des espaces interstitiels). Il serait souhaitable de mieux articuler les approches de modélisation à l'échelle du paysage et les approches d'observation dans les zones agricoles. Par ailleurs, un effort d'explicitation des variables retenues pour caractériser la biodiversité aux échelles paysagères semble nécessaire.

Le pôle « Ecologie des communautés et durabilité des systèmes agricoles » est l'élément moteur de l'UMR Agroécologie pour "proposer des systèmes de culture innovants permettant d'assurer une production agricole de qualité, en quantité suffisante, tout en respectant la qualité de l'environnement" (second enjeu majeur de l'UMR). Les compétences scientifiques dans les champs disciplinaires de l'agronomie et de l'écologie sont riches, variées, complémentaires et les objectifs généraux du pôle sont pertinents. L'association des compétences intra pôle sur l'écologie des communautés et l'agronomie est déjà bien engagée et ne soulève pas d'inquiétude. Mais l'enjeu de ce pôle est aussi d'arriver à mobiliser des compétences venant des autres pôles. Le passage d'études très analytiques sur les mécanismes (gène, cellule...) à des connaissances mobilisables pour la conception de systèmes nécessitera beaucoup d'énergie de la part des membres du pôle d'EcolDur, dans l'animation et la construction de transversalités.

Compte tenu des forces disponibles sur le volet agronomique d'évaluation/conception (qui resteront limitées malgré le renforcement prévu) et du nombre de pistes de travail potentielles issues des connaissances produites dans les autres pôles, la commission considère que le pôle doit faire des choix méthodologiques et formuler des hypothèses de travail à moyen terme : quelles combinaisons de leviers techniques seront prioritairement mobilisés ? Quels services écosystémiques seront prioritairement visés ? Ceci afin d'éviter un foisonnement d'études et de questions. Le pôle devra se positionner et mener une réflexion quant au paradoxe relatif à la biodiversité découlant du rapprochement disciplinaire entre agronomie et écologie. D'un côté, certaines composantes de la biodiversité peuvent être un facteur limitant de la production agricole; de l'autre, la biodiversité est perçue comme une ressource à préserver, voire à développer. En ce qui concerne la conception de systèmes innovants, la commission invite le pôle à réfléchir collectivement à la posture à adopter. Soit le pôle assume qu'il ne fait "que" contribuer à la conception de systèmes innovants, notamment pour la gestion intégrée des plantes adventices, soit il affirme qu'il a pour objectif le développement de méthodes pour la conception de systèmes. La commission recommande également de collaborer avec d'autres unités travaillant sur la conception de systèmes innovants et sur les analyses des décisions intra-exploitation. La proposition d'associer des partenaires en sciences humaines et sociales est pertinente, mais n'est pas explicitée. Cela suppose d'identifier la diversité des acteurs qui organisent les systèmes de culture à l'échelle de l'exploitation, mais aussi du territoire. Sur ces différents aspects, la commission n'attend pas un élargissement des compétences intra-unité, mais plutôt un renforcement des collaborations, pour prendre du recul sur les choix méthodologiques effectués dans l'unité. A terme, l'Unité pourrait acquérir une spécificité sur la façon de produire et de valoriser des connaissances en écologie sur les communautés pour la conception de systèmes innovants.



Il semble important que les 3 grands champs disciplinaires du pôle puissent se retrouver sur un dispositif expérimental commun pour que les agronomes, écologues et microbiologistes puissent se construire un cadre conceptuel commun débouchant sur des questionnements scientifiques partagés.

Le rôle de la modélisation, au moins au niveau conceptuel, pourrait également servir de support de communication entre les différentes communautés scientifiques du pôle, et notamment pour traiter les questions relatives aux interactions entre communautés microbiennes et végétales. De plus, le succès du projet proposé par le pôle dépendra de sa capacité à mener à bien les activités informatiques associées à la mobilisation de la plateforme RECORD et au développement et la maintenance de bases de données. L'opportunité d'un renforcement des compétences informatiques au sein du pôle doit donc être étudiée.

Au delà de ces suggestions, la commission soutient vivement le contour global des activités proposées par ce pôle car il devrait permettre à l'UMR de devenir l'un des piliers en France, et en Europe d'une certaine agroécologie, spécifique, grâce à la richesse des compétences présentes et à leurs complémentarités originales.

*Pôle IPM (Mécanismes et gestion des interactions plantes-microorganismes); Responsable : Françoise SIMON-PLAS*

Le Pôle « Mécanismes et gestion des interactions plantes-microorganismes » (IPM) réunit la quasi-totalité de l'UMR « Plante-Microbe-Environnement (PME) » (49 des 59 permanents), une partie de l'équipe 3 de l'UMR « Microbiologie du sol et de l'environnement (MSE) » (8 permanents selon l'organigramme du pôle et non 11 comme indiqué dans la synthèse des mouvements de personnels) et 2 permanents de l'Agrosup Dijon, soit 59 permanents au total, ce qui en fait le plus gros pôle de la TGU. Il est organisé en 5 groupes. Le groupe « mécanismes et gestion de la symbiose mycorhizienne dans les agroécosystèmes » (14 C/EC et 8 ITA) qui comprend le personnel de l'opération 1 de l'UMR PME et un EC de l'opération 3, le groupe « NO et réponse de défense de la plante » (7 C/EC et 3 ITA) qui comprend le personnel d'une partie de l'opération 2 de l'UMR PME et les 2 permanents de l'AgroSup Dijon, le groupe « Résistance induite » (5 C/EC et 5 ITA) qui comprend le personnel de la 2<sup>ème</sup> partie de l'opération 2 de l'UMR PME, le groupe « Dynamique membranaire et interactions plantes-microorganismes » (4 C/EC et 8 ITA) qui comprend le personnel de l'opération 3 de l'UMR PME, à l'exception d'un EC qui a intégré le groupe « mécanismes et gestion de la symbiose mycorhizienne dans les agroécosystèmes », et enfin le groupe « Equilibre entre populations fongiques et qualité phytosanitaire des sols » (2 C/EC et 6 ITA) qui comprend le personnel de l'équipe 3 de l'UMR MSE.

Dans le cadre du projet Agroécologie de la TGU, le pôle IPM centre son projet sur l'environnement biotique de la plante dont les études pourront contribuer à la conception de systèmes de cultures innovants (SdC). Cette contribution se décline selon trois leviers principaux : le contrôle du développement des inoculum primaires d'agents pathogènes dans les parcelles cultivées, l'utilisation de microorganismes bénéfiques permettant d'améliorer le statut nutritionnel de la plante et sa résistance basale aux agresseurs, et l'induction des défenses naturelles des plantes vis-à-vis des agents pathogènes.

Pour d'une part appréhender les mécanismes gouvernant ces trois leviers et d'autre part définir les conditions de leur utilisation dans des SdC, le pôle IPM propose d'articuler sa recherche autour de trois thèmes : 1. Mécanismes gouvernant l'établissement et le fonctionnement de l'interaction plante-microorganismes; 2. Biodiversité fonctionnelle et écologie des champignons telluriques symbiotiques et pathogènes; 3. Contribution à la définition de systèmes de culture innovants valorisant des stratégies d'induction de résistance des plantes aux pathogènes, la mycorhization et la lutte biologique. Dans chacun des thèmes, 2 à 4 groupes du pôle seront concernés et l'ensemble des études seront focalisées sur les champignons telluriques, qu'ils soient symbiotiques (mycorhizes à arbuscules) ou pathogènes (plusieurs modèles étudiés).

Concernant le premier thème « Mécanismes gouvernant l'établissement et le fonctionnement de l'interaction plante-microorganismes », une attention sera portée sur:

- l'interface plante/champignons mycorhizogènes, en particulier l'identification des gènes végétaux et fongiques impliqués dans la mise en place de la symbiose, ainsi que la caractérisation de la dynamique membranaire au niveau de cette interface (modèle : *Medicago truncatula*/*Glomus intraradices*)
- l'analyse des étapes précoces de la signalisation déclenchée par des éliciteurs de réaction de défense, en particulier la caractérisation des événements moléculaires au niveau de la membrane plasmique, l'implication du monoxyde d'azote (NO), du peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), du peroxyde d'azote et de la nicotianamine (modèle : tabac/cryptogéine (éliciteur) et *Arabidopsis thaliana*/*Botrytis-Erwinia chrysanthemi-Peronospora*)
- la recherche de nouveaux éliciteurs capables d'induire des résistances au niveau de la plante entière (modèle vigne).



L'ensemble des projets couverts par ce thème sont en l'état actuel principalement une poursuite des projets portés par les différentes équipes des UMR PME et MSE avec leurs modèles d'études respectifs (plusieurs pathosystèmes plante/pathogène sont étudiés). A court terme, cela semble pertinent, compte tenu de la qualité et la quantité de données produites par chacun des groupes qui permet le développement de nouveaux axes de recherche. Cependant, du fait de la création de ce pôle, le comité suggère qu'une réflexion soit conduite entre l'ensemble des groupes du pôle, pour identifier des modèles pertinents (pathogènes des légumineuses ?) sur lesquels les différents projets pourront s'appuyer à moyen terme afin de pouvoir intégrer et exploiter l'ensemble des données produites sur les interactions plante/mycorhizes et plante/pathogènes dans des SdC élaborés avec les autres pôles. Cela devra bien entendu tenir compte des possibilités de transfert des connaissances acquises sur les modèles actuellement analysés vers de nouveaux modèles et également des potentialités de ces nouveaux modèles pour répondre aux questions posées, ce qui pourrait conduire à maintenir certains des modèles actuels plus adaptés pour répondre à ces questions. Le développement récent de projets entre groupes du pôle, en particulier sur la dynamique membranaire au niveau de l'interface plante/microorganisme, atteste déjà d'un certain niveau de réflexion pour faire converger certains projets vers des modèles d'étude communs.

Le deuxième thème portant sur la biodiversité fonctionnelle et l'écologie des champignons telluriques se propose (i) d'identifier des gènes fongiques marqueurs de la symbiose mycorhizienne et (ii) d'analyser leur évolution dans le contexte de l'agroécologie et (iii) d'aborder les stratégies de développement du pathogène et la caractérisation du potentiel infectieux du sol. Dans le cadre des deux volets portant sur les mycorhizes les gènes identifiés serviront d'outils moléculaires pour suivre la communauté de mycorhizes au sein d'interaction avec un ensemble de génotypes végétaux mycorhizotrophes mais également soumis à divers itinéraires culturels plus ou moins soumis à l'apport d'intrants de synthèse. L'étude de ces gènes permettra également de suivre les populations fongiques à différentes échelles spatiales et dans différents contextes de stress biotiques et abiotiques, et également d'apporter des éléments significatifs sur la co-évolution possible entre plante et mycorhize. Ces actions s'appuieront notamment sur la plateforme GenoSol et l'Ensemble de Ressources Biologique de l'UMR Agroécologie et également sur des démarches de métagénomique environnementale.

Ces axes de recherche sont tout à fait prometteurs puisqu'ils reposent sur des acquis importants produits ces dernières années par les différents groupes du pôle et qu'ils s'intègrent dans le programme transversal de l'UMR « Favoriser les interactions plantes x microorganismes chez les légumineuses en vue de maintenir la production en situation de réduction d'intrants », ce qui devrait favoriser des interactions fortes avec les autres composantes de l'UMR et contribuer ainsi à la réussite de ces projets.

Le troisième volet de ce thème, « Stratégies de développement du pathogène et caractérisation du potentiel infectieux du sol », sera abordé par l'étude de deux groupes de champignons pathogènes du sol (*Fusarium* et *Rhizoctonia*), qui étaient précédemment étudiés dans l'équipe 3 de l'UMR MSE. L'objectif de ce volet est d'estimer dans quelle mesure les pratiques culturales et leurs actions sur les associations plante/microorganismes bénéfiques affectent le développement et l'activité infectieuse des populations pathogènes. Il est proposé d'appréhender ces aspects sur différents niveaux d'intégration avec l'ambition d'identifier des gènes fongiques et végétaux impliqués dans les interactions plantes/microorganismes d'une part et impliqués dans le potentiel infectieux du sol d'autre part. Ce thème qui est essentiellement porté par le groupe « Phytopathogène » paraît très ambitieux par rapport aux moyens humains et aux compétences disponibles dans ce groupe. Le comité suggère de réduire le nombre des actions de recherche proposées en concertation avec les autres groupes du pôle.

Dans le cadre du troisième thème intitulé « Contribution à la définition de systèmes de culture innovants », il est proposé deux axes principaux. Le premier axe consiste à évaluer, lors de l'application d'éliciteurs susceptible d'activer les réactions de défense des plantes, le coût/bénéfice (fitness) pour la plante (impacts sur son métabolisme primaire et sa physiologie), dans différentes conditions environnementales et à différents stades de son développement. Le deuxième axe analysera i) les mécanismes sous-jacents à l'introduction de cultures intermédiaires dans les successions culturales modifiant les équilibres écologiques par libération de substances afin de défavoriser le développement des agents pathogènes, et ii) l'exploitation de mycorhizes associés ou non à l'application d'éliciteurs. Ces recherches seront menées en association étroite avec les autres pôles de la TGU au travers des ateliers scientifiques thématiques « conception et évaluation d'idéotypes optimisant les interactions » et "conception de systèmes agricoles" et du programme transversal « favoriser les interactions plantes x microorganismes chez les légumineuses en vue de maintenir la production en situation de réduction d'intrants ». Les forces et les moyens engagés sur ces actions devraient permettre d'atteindre des objectifs relativement ambitieux en terme de conception de systèmes de culture innovants. Cependant, la réussite de ces actions supposera une intégration optimisée des plans d'expérimentation entre les différents groupes des pôles concernés ainsi que des modèles végétaux et microbiens utilisés. Ce troisième thème est potentiellement générateur d'innovations techniques susceptibles de contribuer à la conception de systèmes de culture innovants ayant de meilleures performances agronomiques, et environnementales. Il est donc important que les liens entre ce thème et les activités de conception/évaluation du pôle EcoDur soient renforcés.



Pour conclure, le projet du pôle IPM a pour ambition de mener des actions de recherche pour élaborer des propositions en terme de gestion optimisée des interactions plantes-microorganismes dans l'objectif de contribuer au projet de l'UMR Agroécologie « conception de systèmes agricoles innovants respectueux de l'environnement ». Ces actions seront menées de l'échelle moléculaire à celle de la parcelle grâce au rassemblement en son sein de compétences disciplinaires complémentaires (écologie des microorganismes, phytopathologie, physiologie des plantes, interactions moléculaires plantes/microorganismes) qui seront étroitement associées aux compétences développées dans les autres pôles de la TGU. Ces atouts, associés à l'environnement scientifique dijonnais de grande qualité et à la très bonne reconnaissance internationale des groupes prenant part à ce pôle, constituent à l'évidence des bases solides pour la réussite de ce projet. Il faudra cependant que la direction du pôle et de la TGU veillent à maintenir l'excellence scientifique des différents groupes, en particulier ceux qui étudient les interactions plante/microorganismes à l'échelle moléculaire tout en établissant progressivement des passerelles scientifiques cohérentes avec les projets d'agroécologie menés dans les autres pôles et/ou les ateliers transversaux.

*Pôle MERS (Microbiologie environnementale et risques sanitaires); Responsable : Alain BONNIN*

Le pôle MERS (Microbiologie environnementale et risques sanitaires) avec 17 membres regroupe une partie de l'ancienne UMR 1229 (microbiologie du sol et de l'environnement MSE) et une partie de l'équipe médicale anciennement LIMA- EA562 au côté des trois autres pôles plus spécialisés en agronomie et écologie (ECOLDUR), en génétiques végétales (GEAPSI) et en interaction plantes-micro-organismes (pôle IPM). MERS a pour objectif l'étude de l'émergence des maladies transmissibles d'origine environnementale avec deux grandes thématiques :

- la distribution des micro-organismes dans l'environnement et le développement/circulation de la résistance aux antibiotiques.
- les stratégies adaptatives des communautés microbiennes et leurs interactions avec l'hôte.

Le risque d'émergence de maladies transmissibles à l'homme d'origine environnementale n'a pas été jusqu'ici réellement évalué, ce risque étant plus souvent reconnu comme étant d'ordre zoonotique ou hydrique. La plupart des micro-organismes de l'environnement sont des commensaux du tube digestif, mais peuvent devenir pathogènes en cas d'immunodépression. Le texte et la présentation de l'équipe sont une déclaration d'intention des stratégies de recherche à venir avec deux thèmes majeurs :

1. Pathogènes de l'environnement et impact épidémiologique - y compris le développement de résistances aux antibiotiques - études sur les bases de données du pôle (RMQS entre autres) pour étudier les points suivants :

- Impact des paramètres de l'environnement sur la circulation des pathogènes et commensaux entre l'environnement et l'homme.
- Déterminants des résistances aux antibiotiques de souches cliniques et environnementales - lien avec la virulence. La résistance aux antibiotiques est un phénomène essentiellement hospitalier et peu communautaire, mais la topographie de leur présence et survie dans l'environnement peut être d'intérêt au plan de l'écologie microbienne.

2. Adaptation des micro-organismes pathogènes pour l'homme en fonction des environnements :

- Sensibilité aux facteurs agro-environnementaux de pathogénicité, de communication cellulaire et de l'auto-induction
- Impact biotique sur la persistance de micro-organismes pathogènes par des modèles *in-vitro* et *in-vivo* lapin/souris

Le positionnement proposé par MERS par rapport aux autres partenaires se décline avec l'ensemble des autres pôles et des structures locales, nationales voire internationales. Les perspectives de valorisation restent à préciser.

Au total : MERS fait preuve d'originalité voire d'audace, en rapprochant des équipes au passé médical vers l'écologie et l'agronomie. La séparation en deux thèmes avec pour chaque thème, deux sous-questions, induit des risques de dispersion. Pour cette raison, le Comité de visite propose de fédérer l'équipe autour d'un seul pathogène ou d'un phylome d'intérêt médical et agronomique pour éclaircir les mécanismes de persistance des pathogènes humains dans l'environnement et les corrélés avec leurs mécanismes d'infection. Les pathologies humaines en relation avec l'agriculture et l'élevage ayant déjà été largement décrites, mais MERS pourrait proposer des activités prospectives de surveillance épidémiologique et moléculaire sur les microorganismes commensaux ou pathogènes transmissibles à l'homme dans le monde rural et dégager leurs spécificités et leurs complications potentielles. La présence de biologistes médicaux et d'infectiologues dans une structure INRA-AgroSup spécialisée en agro-écologie prendrait alors toute sa valeur.

*Plateforme Serres-PPHD (Serres-Plateforme de phénotypage haut-débit); Responsables : Christophe SALON & Céline BERNARD*

Se donner les moyens d'explorer la variabilité génétique des espèces cultivées, des adventices, de la microflore tellurique associée mais également étudier l'impact des facteurs environnementaux sur l'expression des phénotypes sont des enjeux majeurs pour la mise au point de systèmes de culture moins dépendants des pesticides.



Ces moyens passent par la possibilité d'explorer un grand nombre de phénotypes et par la caractérisation précise de l'environnement de ces phénotypes.

Les unités INRA de Dijon disposent déjà d'un ensemble de serres et de chambres climatiques et il est prévu la mise en place d'une Plateforme de Phénotypage Haut Débit (PPHD).

Les atouts de cette plateforme seront (i) la possibilité de réaliser des screenings d'un grand nombre de plantes (jusqu'à plusieurs milliers d'unités mesurées par jour), (ii) la diversité des unités biologiques pouvant être analysées : graines, plantules, systèmes racinaires, microorganismes et (iii) la qualité des mesures effectuées. L'originalité forte sera la possibilité d'étudier les relations plantes-microorganismes dans l'environnement racinaire.

En effet, la plateforme de phénotypage comprendra deux types de dispositifs opérant dans différentes longueurs d'onde : l'un, à caméra mobile, est adapté à l'analyse sur de petites unités (graines, boîtes de Pétri) ; l'autre, à caméra fixe, traitera des plantes (parties aériennes et souterraines) passant devant l'objectif sur un convoyeur. Les caméras travailleront dans le visible, le proche infra-rouge et la fluorescence. La plateforme de phénotypage sera installée dans une serre S2, ce qui permet de contrôler parfaitement les conditions environnementales et en particulier de reproduire les conditions du changement climatique. Enfin, l'équipement disposera d'enceintes rhizotroniques ce qui, couplé avec des capteurs d'imagerie 2-D, permettra une caractérisation fine de l'architecture racinaire.

Cet équipement positionnera la TGU dans le peloton de tête des sites français disposant de capacités de phénotypage à haut débit. Par certains aspects (analyse du système racinaire et des symbioses), il se caractérisera par des possibilités d'investigation uniques au niveau national. L'outil profitera à la TGU mais également à d'autres partenaires publics et privés. Cependant, la part d'occupation par le privé ne dépassera pas 20%. Ces prestations contribueront au financement du fonctionnement de la plateforme.

Sa gouvernance sera assurée par le collège de direction de la TGU et un comité de pilotage comprenant des techniciens issus des différentes UMR constitutives de la TGU. Cet outil est un atout indéniable pour la TGU qui permettra de démultiplier les possibilités d'expérimentation dans la plupart des domaines couverts par la TGU. Par ailleurs, on doit souligner le soin apporté à la réflexion préalable sur l'organisation et la gestion de l'outil.

Cet outil définit un atout indéniable pour la TGU et permettra de démultiplier les possibilités d'expérimentation dans la plupart des domaines couverts. Par ailleurs, on doit souligner le soin apporté à la réflexion préalable sur l'organisation et la gestion de l'outil.

### *Conclusions générales sur le projet scientifique de la TGU*

Le périmètre de ces pôles représente un compromis, parmi d'autres possibles, pour préserver des dynamiques scientifiques préexistantes et favoriser l'émergence d'approches pluri- et inter-disciplinaires de l'analyse des systèmes agroécologiques. Ces pôles se situent de manière assez éloignée du centre de gravité de la TGU (c'est particulièrement le cas pour l'IPM, plus généralement pour tous les moléculaires et généticiens). Ceci peut entraîner des difficultés dans l'équilibre des contributions des pôles à la construction de la problématique agroécologie. Mais cette diversité des pôles représente aussi une occasion de vraiment innover autour du concept d'agroécologie en associant des échelles, des objets et des problématiques qui se rencontrent rarement dans la majorité des structures de recherche classiques. Il faut donc interpréter les pôles comme les structures opérationnelles du moment, non figées, qui auront sans doute à évoluer dans leur périmètre à moyen terme, en fonction notamment de l'apport potentiel des axes thématiques transversaux. Un avantage non négligeable du découpage actuel est qu'il assure une certaine continuité entre le passé et le présent, préservant les domaines de compétence et l'expertise ainsi que la bonne productivité de tous, sans pour autant empêcher une certaine redistribution des compétences rendue nécessaire par la nature même de l'objectif général de la TGU. La commission a noté la nécessité de renforcer les compétences en conception-évaluation des systèmes de culture d'une part, en agronomie d'autre part; un manque d'effectifs dans ces domaines pourrait amoindrir le caractère interdisciplinaire de la TGU et son ancrage dans les problématiques de développement agricole.

Les ateliers thématiques transversaux, second axe majeur de structuration de la TGU, ont été conçus comme des outils souples d'animation à format variable, comme des lieux d'échange en vue de formaliser progressivement des collaborations nouvelles (réponses à des appels d'offre principalement). Ils constituent une mécanique majeure, bien pensée, de construction et d'évolution de la cohérence scientifique de la TGU, y compris autour d'enjeux conceptuels clés. Ils sont, à nouveau, une réponse adaptée à la volonté des personnels de la TGU de préserver les acquis scientifiques des UMR constitutives, de poursuivre les développements plus disciplinaires de la recherche dans les domaines d'excellence des UMR et de construire une agroécologie systémique et intégrative.



Les plateformes techniques conçues et gérées par la TGU contribueront de façon très significative au rayonnement et à l'attractivité de l'unité. Elles constituent aussi, à l'évidence, un énorme potentiel de convergence des disciplines et compétences, dont le rôle dans l'émergence d'une culture transdisciplinaire mériterait d'être explicitée plus à fond. La collection de sols, par exemple, outil remarquable, unique en France, pourrait sans doute être mieux exploitée par l'ensemble des pôles.

Au total, le projet de TGU d'agroécologie est un projet ambitieux et pertinent sur le plan scientifique, construit sur les bases solides que constituent les UMR participantes. Cette TGU du fait de la réunion de compétences très diverses est un véritable défi scientifique, qui répond à un défi sociétal majeur qui mérite d'être relevé (respect de l'environnement tout en préservant/augmentant le rendement des cultures et les revenus des agriculteurs et de toute la filière agroalimentaire, composants essentiels de l'économie nationale). La TGU dispose des ressources intellectuelles nécessaires, mais c'est un projet qu'il faut concevoir, et que les personnels impliqués ont conçu, sur un mode évolutif permanent. C'est un projet qui doit continuer à murir, en liaison avec les tutelles qui doivent maintenir leur accompagnement dans la durée. Un outil pour approfondir la réflexion sur le projet, qui répondrait aussi au souhait des personnels de voir s'instaurer plus de collégialité, devrait être un comité scientifique interne comprenant des élus représentatifs des différentes catégories de personnels, des représentants des groupes intra-pôles, des axes transversaux et des plateformes. Cela ne remet pas en cause l'intérêt du Conseil scientifique externe. Ce Conseil interne pourrait notamment aider la Direction de la TGU, à assurer la cohérence de la politique de recherche et la coordination des réponses aux appels d'offre. Le Comité d'évaluation recommande aussi de préciser les fonctions de la cellule de partenariat-valorisation par rapport à ce Conseil scientifique interne et par rapport aux structures du même type disponible sur le Centre de Dijon et à l'INRA. Cette cellule devrait se concentrer essentiellement sur les réels objectifs de valorisation des recherches de la TGU (publications, brevets, variétés). D'une manière générale, la TGU comporte un nombre élevé de structures d'appui et de conseils, dont les contours et les missions doivent être affinés et explicités, tant sur le plan scientifique que sur celui de la gestion administrative.



#### 4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

- Intitulé de l'équipe et nom du responsable :

Unité Mixte de Recherche 1210 Biologie et Gestion des Adventices (BGA)

Directeur d'Unité : Xavier REBOUD

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

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	10	N/A
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	12	N/A
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)		N/A
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	20	N/A
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	4	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	13	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	11	N/A

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'Unité, sous l'impulsion de Xavier REBOUD (nommé DU en 2007), a mis en place dès 2006 un nouveau projet renouvelant profondément à la fois ses orientations scientifiques et ses modes d'organisation collective. Cette analyse constitue donc une première évaluation de cette refondation. Ce projet visait à faire évoluer l'activité scientifique de l'Unité vers une production qui, à partir de l'étude du modèle biologique des communautés adventices, soit reconnue pour (i) ses apports conceptuels et méthodologiques en écologie des populations et des communautés végétales et (ii) la conception d'outils opérationnels pour leur gestion dans les agro-écosystèmes. Pour mener à bien ce projet, l'unité réunit des compétences d'agronomes, d'écologues, et de généticiens.

Le bilan de ce quadriennal montre que cette ré-orientation a réussi et l'unité présente globalement une production scientifique de très bon niveau tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Elle a réussi à s'inscrire à la fois sur les fronts de recherche en écologie en partant des communautés adventices comme modèle (enjeux 1 et 2) et sur la production de connaissances techniques et d'outils pour une gestion des adventices minimisant le recours aux pesticides (enjeu 3).

La présentation des résultats de recherches est structurée selon trois enjeux majeurs qui représentent les lignes de force du projet scientifique.



Le premier s'intitule « les adventices comme modèle biologique en écologie ». L'un des résultats majeurs est d'avoir su combiner des méthodes et des concepts de l'écologie des communautés et fonctionnelle avec des méthodes propres à l'agronomie (caractérisation des états du milieu et des éléments des systèmes de culture). L'équipe, en mobilisant le concept des traits de vie des espèces, a mis en évidence les filtres qui déterminent les règles d'assemblage des communautés adventices au sein de parcelles cultivées, qu'ils soient liés aux systèmes de culture et à leurs évolutions, au contexte paysager ou à la nature du sol et du climat. En mobilisant plusieurs dispositifs, l'UMR a abordé ces questions à différents niveaux d'organisation spatiale, de la parcelle au territoire cultivé. En particulier, ses travaux montrent l'importance de l'organisation de la mosaïque paysagère et des interactions biotiques avec les espaces interstitiels. Les avancées au cours du quadriennal concernent (i) les connaissances menant à une meilleure appréhension des règles structurant les communautés d'adventices et (ii) les méthodes avec en particulier la mise en place de dispositifs de suivi de la flore ou de bases de données sur les traits des espèces.

Les perspectives pour cette équipe sont de poursuivre dans la voie de cette écologie fonctionnelle spatialement explicite au service de l'étude des réponses des communautés adventices, en valorisant les dispositifs sur lesquelles elle a investi et en développant l'étude de services écosystémiques rendus par les plantes adventices. Ces dernières sont en effet à la base de nombreuses chaînes trophiques mais il est pour l'heure difficile de quantifier leur rôle dans ces réseaux. En mettant en place une stratégie de collaboration avec des spécialistes de ces services, l'équipe envisage d'aborder quelques questions ciblées (pollinisation, contributions des graines d'adventices à la nutrition d'insectes, de micro mammifères, d'oiseaux, rôle des adventices dans les cycles épidémiologiques d'agents pathogènes...).

Le deuxième enjeu porte sur l'intégration de la dimension adaptative dans l'étude des réponses des communautés aux pratiques agricoles. Dans le schéma conceptuel proposé par l'unité, les pratiques agricoles sont considérées comme des facteurs de sélection qui, suivant leurs natures et leurs modalités d'application, agissent comme des filtres sur les communautés sélectionnant certaines espèces ou seulement certains génotypes au sein d'une même population. Cette approche s'inscrit dans un front de recherches en écologie portant sur l'analyse du rôle conjoint de la diversité intra et interspécifique dans l'évolution des communautés végétales. L'utilisation d'herbicides a été étudiée comme un des principaux facteurs de sélection. A partir de différentes espèces modèles, l'unité a ainsi produit des résultats originaux sur la compréhension des processus de résistance aux herbicides en montrant que la dynamique des résistances s'articule à deux échelles avec des émergences généralisées à l'échelle du territoire national et de diffusion entre populations locales.

Au sein de cet enjeu, l'unité a également mené d'importants travaux de modélisation mécaniste pour simuler l'évolution démographique des communautés sous l'effet des systèmes de culture. Un premier type de modèle a permis de tester *ex-ante* l'effet de techniques culturales affectant notamment le processus de recrutement sur la dynamique démographique des populations de Vulpin (*Alomysys*). Une forme simplifiée de ce modèle a pu être implémentée dans un autre modèle dédié à la simulation des flux de gènes à l'échelle du paysage en fonction de la distribution spatio-temporelle des systèmes de culture (*Genesys*). Ces travaux en modélisation constituent un des points forts de l'unité et jouissent d'une forte reconnaissance à l'extérieur de l'unité. Ils ont permis notamment à l'unité de contribuer de manière significative à la problématique de l'analyse de la faisabilité de la co-existence de systèmes de culture OGM et non OGM à l'échelle d'un territoire.

Néanmoins, la modélisation à l'échelle de la communauté (*Florsys*) demande encore des développements. Les premières avancées proposées ne sont pas encore complètement convaincantes car elles n'explicitent pas comment sont organisées les articulations entre les différents niveaux d'organisation (génotype, population, communauté...), les différentes échelles d'espace (parcelle, paysage...) et de temps (démographique, adaptatif) déjà appréhendés. De plus, il serait nécessaire d'explicitier la gamme des systèmes de culture qui sont testés et de proposer un cadre conceptuel explicitant clairement les hypothèses sur les principaux niveaux d'interaction entre organisation des systèmes de culture et organisation des communautés végétales.

L'enjeu 3 vise à produire des connaissances pour l'accompagnement de la profession agricole et l'éclairage de la décision publique. Au sein de cet enjeu, l'unité a investi la thématique de l'évaluation et de la conception de systèmes de cultures limitant l'usage des herbicides, à travers plusieurs démarches, d'expérimentation système (UE d'Epoisses) et de modélisation mécaniste ou plus qualitative. L'unité est impliquée dans différents réseaux avec des partenaires professionnels, afin de concevoir des systèmes de culture et des organisations de systèmes à l'échelle du paysage. Les choix scientifiques ayant conduit à tel ou tel choix méthodologique sont néanmoins peu explicites, en particulier les questionnements et les enrichissements mutuels (i) entre expérimentation système et modélisation, (ii) entre modèles mécanistes et modèles qualitatifs multicritères. Par ailleurs, une clarification est nécessaire pour différencier ce qui relève d'une évaluation/ conception de systèmes ou de la production d'outils pour la conduite des systèmes. De même, une distinction devrait être faite entre les travaux de recherches *sensu stricto* et les activités d'expertise notamment en ce qui concerne la problématique des OGM.



Globalement, la production est d'un très bon niveau puisque l'Unité a produit 198 articles dont 146 sont indexés soit une moyenne de 1,71 article par an pour les personnels publiants (25 chercheurs, enseignant-chercheurs et ingénieurs publiants). Ce nombre, correspondant principalement à une augmentation du taux de publication moyen pour les chercheurs/ingénieurs publiants (+ 34%), montre que le projet scientifique a su impulser une nouvelle dynamique pour la production scientifique. Il convient cependant de noter que l'unité a dans ses effectifs 1 chercheur et trois enseignants-chercheurs non publiant (dont 2 partent à la retraite fin 2010). Par ailleurs, l'analyse de la liste des publications révèle d'assez fortes disparités dans le niveau de publications. En particulier, le niveau de publication de certains EC (Université de Bourgogne et AgroSup Dijon) est assez faible.

Environ 56% des articles sont publiés dans des revues classées comme exceptionnelles (*New phytologist*, *Agriculture, Ecosystems & Environnement*, ...) ou excellentes (*Weed research*, *Agronomy for sustainable development*, ...). Le spectre des revues cibles est relativement large, rendant ainsi compte de la diversité des disciplines présentes au sein de l'Unité (agronomie, écologie, génétique, ...). Si la revue *Weed research* reste la revue phare de l'Unité (14 articles), l'unité a cependant réussi à amorcer une dynamique de publication dans les revues d'écologie (19,3% du total des articles publiés) concrétisant l'infléchissement de son positionnement scientifique dans ce domaine disciplinaire. Il faut noter le bon niveau de publication des doctorants avec une moyenne de 3 articles pour les 10 doctorants ayant soutenu entre 2006 et 2010.

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

En même temps que l'Unité transformait son projet scientifique, des mouvements de personnel relativement importants avaient lieu avec l'arrivée de 10 nouveaux agents permanents pour un départ de 6 personnes (essentiellement des départs à la retraite). L'unité montre un fort dynamisme et un relatif rajeunissement au regard du nombre important de doctorants (23) et de post-doctorants (9) qu'elle a accueillis durant le dernier quadriennal et du recrutement de trois nouveaux chercheurs (1 CR2 et 2 EC). L'Unité jouit d'une bonne reconnaissance au niveau international puisqu'elle a accueilli depuis 2006 pas moins de 15 chercheurs étrangers (post-doc plus séjours sabbatiques) même si le nombre de conférences invitées reste relativement faible (7 au total). Les chercheurs de l'Unité ont développé d'importantes relations internationales avec des chercheurs de nombreux pays étrangers dans le cadre de projets de recherches ou de conventions bi-nationales.

L'unité est surtout reconnue pour ses travaux sur la modélisation et la production de scénarios sur l'impact des systèmes de culture sur les adventices, sur l'analyse des règles d'assemblage des communautés adventices et sur les flux de gènes à l'échelle du paysage qui a été à l'origine d'une grande partie de l'implication de l'Unité dans un projet et un réseau d'excellence européen (Rex ENDURE). Par ailleurs, l'unité a la responsabilité de l'animation de 4 projets ANR.

L'unité jouit d'une grande réputation au plan national sur la mise au point de méthodes alternatives de gestion des adventices, qu'elle teste dans le cadre de l'essai « Protection Intégrée » de Dijon-Epoisses mis en place en 2000. A ce jour, plus de 2000 agriculteurs et techniciens ont visité cet essai.

Enfin, l'unité est impliquée fortement dans le développement de dynamiques locales de recherches en participant activement aux activités du GIS AGRALE (Agriculture, Alimentation et Environnement) créée entre l'INRA, l'Université de Bourgogne et AgroSup Dijon et notamment au montage de l'opération Structurante labellisée « Agroécologie » à l'origine du projet de TGU. Il faut souligner que l'UMR BGA réussit à générer une production scientifique de très bonne qualité tout en ayant le souci de transférer ses travaux au monde non académique, ce qui est remarquable et que la commission encourage à poursuivre.

- **Appréciation sur la stratégie scientifique et le projet :**

Bilan :

La stratégie scientifique adoptée par cette UMR dans son quadriennal est une réussite exemplaire : elle a su intégrer l'écologie dans les approches, élargir les échelles d'étude tout en restant préoccupée par la manière dont les connaissances acquises peuvent servir à la conception de systèmes de culture innovants. On doit également souligner la très grande qualité du travail de modélisation. Enfin, l'UMR BGA a également su nouer des partenariats avec d'autres unités. Au final, l'UMR BGA était, au moment de cette évaluation, engagée dans une dynamique extrêmement positive, valorisée par un niveau global de production scientifique de très bon niveau.

Projet :

Pour la commission, il est évident que BGA jouera un rôle majeur dans le projet de TGU, ce qui est positif pour cette équipe. Toutefois, la commission souligne le risque pour cette équipe, très reconnue sur la gestion des adventices, de perdre un peu en lisibilité et en productivité en rejoignant une TGU identifiée sur une thématique finalement très large. D'autre part, l'objectif de renouvellement de la conception de systèmes de culture doit être



mieux explicité. En particulier, la commission n'a pas bien vu si la question était d'aller jusqu'à la conception complète de systèmes innovants ou de contribuer, à travers des réseaux par exemple, à la « composante adventices » de cette conception.

Dans la TGU, il est prévu de séparer le groupe des scientifiques en deux, les généticiens rejoignant GEAPSI et le reste de l'effectif ralliant ECOLDUR. Cette évolution suscite trois remarques :

1. les généticiens pourront-ils poursuivre les travaux engagés sur les adventices au sein du pôle GEAPSI ou seront-ils absorbés par d'autres priorités ? C'est un risque auquel il faudra veiller...
2. Les collaborations entre les écologues et les généticiens mises en place durant le quadriennal passé pourront-elles perdurer dans la nouvelle organisation ?
3. La plus-value scientifique liée au regroupement des écologues des adventices et des spécialistes de l'écologie microbienne du sol n'apparaît pas clairement et reste pour l'instant exprimée en des termes très généraux.

- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

L'Unité BGA a réussi, en s'engageant en 2006 dans un nouveau projet, à développer une nouvelle identité scientifique sur la thématique des interactions entre systèmes de culture et dynamique des adventices. L'unité s'inscrit à la fois sur des fronts de recherches en écologie des communautés et en agronomie au sens large allant jusqu'à la conception de pratiques et de systèmes techniques. Cette identité est notamment marquée par une composante forte et reconnue en modélisation et dans le développement d'outils de simulation. La production scientifique de l'Unité est d'un bon niveau et s'inscrit dans une dynamique forte. Le bilan de l'Unité est globalement très positif.

- Points forts et opportunités :

La dynamique scientifique qui s'est mise en place est soutenue par un renforcement des compétences notamment en écologie et une capacité d'accueil d'un nombre relativement important de chercheurs non permanents (doctorants, post-doc, chercheurs étrangers).

- Points à améliorer et risques :

La restructuration relativement récente de l'unité laisse apparaître un défaut d'articulation ou au moins de positionnement entre certaines thématiques qui sont pourtant réunies au sein d'un même enjeu (entre les approches populations-espèces et les approches communautés pour l'enjeu 2 ; entre les différentes approches de conception/évaluation des systèmes de culture pour l'enjeu 3). Le choix des questions, des démarches et des méthodes à utiliser dans le futur sont parfois peu argumentées au regard des acquis et travaux déjà en cours. On peut également s'interroger sur les compétences limitées dans l'unité et le manque de collaborations avec les équipes qui sont investies sur cette thématique pour développer des travaux originaux dans ce domaine.

Par ailleurs, il y a quatre chercheurs et enseignants-chercheurs non publiants, et on note une certaine disparité dans la production de publications entre les membres de l'équipe ; en particulier, certains enseignants chercheurs ont un niveau de publication trop faible, ce qui pénalise la carrière pour certains d'entre eux, encore loins du départ en retraite.

- Recommandations :

Une recommandation est de mettre en place, en concertation avec les tutelles de l'enseignement supérieur, une politique de soutien à la publication pour les enseignants-chercheurs qui visent une HDR ou une promotion. Globalement, le cadrage théorique explicitant la mobilisation des concepts de l'écologie pour la conception de nouveaux systèmes de culture n'est pas assez développé. La réflexion sur la conception de systèmes de culture devrait s'enrichir d'échanges théoriques et conceptuels avec d'autres équipes déjà engagées sur cette thématique.



- Intitulé de l'équipe et nom du responsable :

Unité Mixte de Recherche Génétique et Ecophysiologie des Légumineuses à Graines (LEG)

Directeur d'Unité: Richard THOMPSON

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

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	1	N/A
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	10,8	N/A
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	0	N/A
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	42,6	N/A
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0,8	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	10	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	N/A

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'UMR LEG exerce ses activités de recherche dans le cadre d'une mission bien définie en terme de finalisation. Il s'agit de promouvoir le développement de la culture des légumineuses à graines (à l'échelle régionale, nationale et européenne) en contribuant à :

- acquérir des connaissances sur les mécanismes physiologiques et traits écophysiologiques associés aux facteurs limitant le rendement ou la qualité (fixation symbiotique de l'azote, développement racinaire et nodulaire, composition protéique de la graine, réponse aux facteurs de l'environnement),
- exploiter la variabilité génétique existant sur ces mécanismes ou traits, pour en identifier les déterminants génétiques (QTL, PQL, gènes candidats),
- soutenir une démarche d'amélioration génétique, en définissant des idéotypes et en identifiant des allèles bénéfiques (par combinaison des deux approches précédentes), mais aussi en conduisant une stratégie de sélection classique jusqu'à l'inscription de nouvelles variétés.

Une double originalité de l'UMR LEG découle des missions qui lui sont confiées par l'INRA. D'une part, l'Unité développe des approches pluridisciplinaires, qui associent étroitement généticiens, écophysiologistes et physiologistes moléculaires. D'autre part, elle aborde à la fois des questionnements scientifiques d'ordre fondamental (mécanismes physiologiques), et des problématiques finalisées (en partenariat fort avec les acteurs socio-économiques).

L'Unité est organisée en trois équipes de recherche (E1« Contrôle génétique d'acquisition et repartition des assimilats », E2« Développement et qualité de la graine » et E3« Ecophysiologie »), et une équipe à vocation plus finalisée (« Actions de transfert et partenariat »). L'activité scientifique est présentée en termes opérationnels selon trois grands thèmes : « Analyser et améliorer la nutrition azotée des légumineuses », « Processus de remobilisation et d'accumulation des réserves dans les graines », et « Actions transversales ». C'est un choix judicieux, qui permet d'illustrer les interactions entre équipes, notamment la manière dont les généticiens de E1 contribuent efficacement



aux actions de E2 et E3. Il permet aussi de comprendre la cohérence du choix des modèles (*Medicago truncatula*, le pois et la féverole) et de souligner l'implication des équipes dans les actions transversales (élaboration des ressources génétiques notamment).

Le thème 1 « Analyser et améliorer la nutrition azotée des légumineuses » a impliqué 2,8 ETP chercheur/ingénieur et a concerné *M. truncatula* et le pois. Le travail a consisté à élaborer des modèles écophysiologiques pour caractériser l'effet des facteurs de l'environnement (disponibilité du nitrate, rayonnement lumineux) sur la croissance de la plante, l'acquisition de l'azote (absorption nitrate et fixation N<sub>2</sub>) et l'allocation des assimilats N et C. Ces modèles ont fourni un cadre d'analyse à la caractérisation de la variabilité génétique (populations RILs, mutagenèse artificielle). De manière intéressante, ces approches ont couplé une analyse des structures (croissance aérienne, développement nodulaire, architecture racinaire) à celle des fonctions (flux de N et de C vers et dans la plante).

Plusieurs réalisations notables sont à mettre au crédit de ce thème : i) développement de protocoles de phénotypage originaux, ii) 2 modèles de développement (*M. truncatula* et pois), iii) caractérisation de RILs et de mutants à phénotypes contrastés, y compris isolement de mutants de développement racinaire, iv) identification de QTL de traits intégratifs et fonctionnels, et de co-localisations (QTL d'architecture racinaire ou de croissance nodulaire avec QTL d'acquisition de N), v) caractérisation de mécanismes physiologiques (y compris au niveau génétique) coordonnant les réponses de l'absorption du nitrate et la fixation de N<sub>2</sub> à une carence en azote de la plante.

Ce thème a valorisé son activité entre 2006 et 2010 par 12 publications (soit environ 2/ETP chercheur/an) dans des revues à comité de lecture, dont une majorité sont considérées comme très bonnes, voire excellentes, dans les disciplines considérées (1 Plant Physiol, 2 New Phytol, 1 Plant Cell Environ, 1 J Exp Bot, 1 TAG).

Le thème 2 « Processus de remobilisation et d'accumulation des réserves dans les graines » a impliqué 3,65 ETP chercheur/ingénieur et a concerné essentiellement le pois, mais avec une exploitation des ressources disponibles chez *M. truncatula*, voire *A. thaliana*. L'axe central a concerné une analyse détaillée des paramètres quantitatifs (flux de N) et qualitatifs (identité protéique) déterminant la teneur en azote des graines. Cette démarche a fait appel à une large combinaison d'approches (marquages isotopiques, variabilité inter et intra spécifique, génétique quantitative, protéome, transcriptome, génétique inverse), incluant également l'effet de facteurs de l'environnement (température élevée).

La qualité de la stratégie, ainsi que des acquis importants sont à souligner. La caractérisation tissulaire du protéome des graines matures a non seulement permis de caractériser finement la composition en protéines des graines de pois et *M. truncatula*, mais a aussi permis de démontrer pour la première fois l'existence d'une coopération entre les différents tissus de la graine (métabolisme du soufre) et de développer une identification de PQL, qui s'est révélée très convergente entre les deux espèces. Dans certains cas, les PQL co-localisent soit avec des QTL de nutrition N, soit avec des QTL de germination. D'autre part, une analyse du transcriptome, couplée à la caractérisation du protéome de noyaux isolés (première publication dans le domaine sur des noyaux de grande qualité chez les plantes), a été conduite pour aborder les aspects de régulation transcriptionnelle. Ces données expressionnelles ont été combinées avec la carte physique du génome de *M. truncatula*, de manière à relier les gènes candidats expressionnels (issus du transcriptome) aux candidats positionnels (co-localisation avec PQL ou QTL). Plusieurs gènes candidats (facteurs de transcription, protéase, enzyme du métabolisme C, transporteurs de sulfate) font l'objet d'une caractérisation fonctionnelle par génétique inverse (TILLING, mutants Tnt1).

Ce thème a publié 16 articles entre 2006 et 2010 dans des revues à comité de lecture (soit environ 1,3/ETP chercheur ou enseignant-chercheur/an). La qualité des revues est dans l'ensemble excellente (1 Curr Opin Plant Biol, 1 Mol Cell Proteom, 2 Plant J, 3 Plant Physiol, 1 Proteomics).

Le Thème 3 « Actions transversales » a impliqué 8,6 ETP chercheur/ingénieur, et regroupe trois aspects différents : i) la création et le maintien des ressources génétiques, ii) le développement de méthodes de biologie cellulaire et de transgénèse, et iii) les actions à visée finalisée en partenariat avec la profession.

Le travail de création et de regroupement des ressources génétiques est un programme-clé pour l'Unité, et identifie l'UMR LEG comme centre de ressources génétiques légumineuses. Plusieurs milliers d'accessions de pois, féverole et lupin ont été rassemblées, afin d'en extraire des collections de référence et core-collections. Des populations RILs de pois sont en cours de génotypage, et enrichissent un travail de recherche de syntenie avec *M. truncatula*. Des collections de mutants TILLING et d'insertion Tnt1 (*M. truncatula*) ont été créées, et sont exploitées dans les approches fonctionnelles. Le bilan est donc très positif. Les approches de biologie cellulaire et de transgénèse (RNAi, aspects cellulaires du développement de la graine) sont essentielles, mais ne semblent pas suffisamment focalisées sur les modèles végétaux de l'UMR.



L'UMR LEG développe enfin un grand nombre d'actions à visée finalisée, qui lui confèrent une large visibilité au sein de la filière protéagineux. Parmi les plus marquantes, on peut citer le travail de diagnostic et d'amélioration génétique sur la féverole et le pois en relation avec la résistance au froid, l'implication forte des personnels de l'UMR LEG dans de nombreuses structures d'échanges et de réflexion avec la profession (niveau régional et national), un rôle significatif dans l'édition d'ouvrages collectifs à vocation finalisée et dans l'organisation de conférences spécifiques aux protéagineux.

Ce thème a valorisé son travail sous diverses formes : 20 publications (soit environ 2/ETP chercheur ou enseignant-chercheur/an) dans des revues de niveaux assez contrastés (2 Plant Cell en collaboration, 1 MPMI, 1 Plant Physiol, 1 BMC Mol Biol, 1 TAG, 1 BMC genomics, et de nombreuses revues spécialisées), 8 dépôts de variétés de féverole et trèfle au catalogue français, de nombreux chapitres d'ouvrages ou édition de numéros spéciaux de revues de vulgarisation ou de filière.

Au niveau global de l'Unité, plusieurs aspects très positifs méritent d'être mis en avant :

- i) Les objectifs des projets de recherche sont clairement identifiés, et parfaitement cohérents avec les missions initialement définies.
- ii) Le « challenge » de développer des approches pluridisciplinaires a été en grande partie relevé, et a abouti à des interactions concrètes entre écophysiologistes, généticiens et physiologistes moléculaires.
- iii) Des approches originales identifient l'Unité au niveau international : modélisation des interactions structure/fonction de la fixation symbiotique de N<sub>2</sub>, création (*M. truncatula*) et exploitation (pois) de ressources génétiques, protéome des graines de légumineuses, PQL contrôlant l'accumulation des protéines de réserve, innovation variétale sur les pois et féverole d'hiver.
- iv) La production scientifique de type académique (62 publications dans revue à comité de lecture) est excellente (en moyenne 1,4 article/ETP chercheur ou enseignant chercheur/an). Très peu de scientifiques (2/12) sont non publiants au sens de l'AERES. Pratiquement tous les doctorants ont publié 1 ou plusieurs articles. L'Unité a également réalisé une cinquantaine de communications orales à des congrès ou réunions nationales et internationales. La production d'ouvrages ou chapitres d'ouvrage est abondante (une vingtaine de chapitres et une demi-douzaine d'ouvrages).
- v) Les dimensions finalisées de l'activité de l'Unité correspondent à un lien fort avec les acteurs socio-économiques de la filière protéagineux, et ont abouti à l'obtention de nouvelles variétés inscrites au catalogue et à une production écrite abondante (ouvrages, numéros spéciaux de revues professionnelles, etc...).
- vi) Les partenariats établis (collaborations de recherche, lien avec la profession, problématique régionale) sont forts et durables. L'Unité rend compte d'un nombre impressionnant de collaborations et partenariats divers, qui démontrent qu'elle est un acteur parfaitement identifié de la recherche sur les légumineuses à graines, y compris au niveau international.

Deux points pourraient faire l'objet d'efforts supplémentaires :

- i) Il ne semble pas que les post-Docs accueillis par l'Unité aient valorisé leur travail de manière significative par des publications ;
- ii) La qualité des revues ciblées par l'Unité est dans l'ensemble très bonne. Cette qualité pourrait être encore augmentée en soumettant les travaux dans des revues généralistes à fort facteur d'impact.

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

Sur le plan académique, le rayonnement et l'attractivité de l'UMR LEG sont bons, sans être exceptionnels. On compte 9 conférences invitées dans des colloques nationaux ou internationaux. Deux des scientifiques sont éditeurs associés de revues (« Plant Cell and Organ Culture » et « Plant Methods »). En tout, 10 doctorants ont travaillé dans l'unité pendant le quadriennal (en comptant ceux ayant débuté en 2003, 4 y étaient présents mi-2010). C'est relativement peu pour une durée de près de 8 ans, et c'est surtout l'équipe E2 qui a été concernée. Dans leur majorité, ces étudiants ont réalisé leur thèse en plus de 3 ans, mais ont publié leurs résultats (pour ceux ayant déjà soutenu).

Le rapport mentionne une forte sollicitation des personnels de l'Unité pour l'enseignement (Université de Bourgogne et AgroSup Dijon), mais leur implication effective n'est pas détaillée, hormis la co-responsabilité d'un Master professionnel exercée par le DU.



L'appréciation sur le rayonnement de l'UMR est favorable si l'on considère sa participation à des grands projets nationaux ou internationaux. Les différentes composantes de LEG ont manifesté un dynamisme évident en matière de réponse aux appels d'offres, et ont notamment joué un rôle de coordination important dans plusieurs volets du grand projet européen FP6 « Grain Légumes », et dans plusieurs projets nationaux (ANR en particulier) ou régionaux. L'UMR LEG s'est ainsi assurée des sources de financement importantes au cours du quadriennal, tout en se positionnant au niveau national et international. L'ensemble des collaborations associées à ces différents projets est remarquable. Ces collaborations ont souvent abouti à des publications conjointes, attestant de la réalité des partenariats établis. Le comité salue le rôle remarquable de l'Unité dans la construction et la conservation des ressources génétiques légumineuses. Clairement, les équipes de LEG sont reconnues comme des partenaires incontournables par la communauté française et internationale.

Un autre volet attestant la réussite de l'Unité concerne ses relations étroites et durables avec le monde socio-économique, notamment la filière protéagineux. Sur ce point, l'UMR LEG a su s'assurer un relais crucial pour le développement de ses approches à vocation finalisée, qui sont dans ses missions et qui se sont traduites par des réalisations concrètes. Les cibles du travail sont bien identifiées (aspect nutritionnel dans la production de volaille, amélioration des variétés d'hiver et de la résistance au froid, de la qualité des graines). Les personnels de l'UMR LEG sont bien représentés dans un grand nombre de structures professionnelles (UNIP, GSP, chambre d'Agriculture, organisation de producteurs, etc....).

Enfin, plusieurs agents de l'UMR LEG assurent des responsabilités au niveau national ou international (Adjoint au Chef de Département INRA EA, coordinateur de réseau du Département INRA EA, coordinateur du groupe filière protéagineux DSPPV INRA, membres du Comité Scientifique de l'AEP, Président de section du CTPS).

- **Appréciation sur la stratégie scientifique et le projet :**

Le projet se base sur le constat que les systèmes de culture de la majeure partie des zones agricoles d'Europe se sont développés grâce à une utilisation intensive d'intrants (ce qui répondait à l'objectif de nourrir une population affamée après la seconde guerre mondiale). Il en est résulté des effets collatéraux qu'il convient maintenant de maîtriser et corriger, dans le cadre d'actions telles que le Grenelle de l'Environnement ou le plan EcoPhyto 2018. Du fait de la propriété unique des plantes légumineuses de fixer symbiotiquement l'azote atmosphérique, les perspectives de LEG dans pôle GEAPSI sont centrées sur ces plantes, qu'elles soient cultivées ou modèles.

En plus de cet aspect environnemental touchant l'utilisation des engrais azotés, l'étude et l'amélioration des plantes légumineuses sont du plus grand intérêt agronomique car en effet leurs graines jouent un rôle majeur dans l'alimentation animale puisqu'elles sont particulièrement riches en protéines. De fait, l'augmentation des surfaces cultivées en plantes légumineuses devrait permettre de diminuer la dépendance de l'UE en protéines végétales importées.

Le rendement des cultures dépend en grande partie des conditions environnementales rencontrées. Le projet vise ainsi à minimiser l'impact de ces conditions fluctuantes sur les rendements par une meilleure connaissance de la plasticité des plantes vis-à-vis des stress (caractérisation de la variabilité naturelle), et la conception de nouveaux systèmes de culture impliquant des peuplements complexes et hétérogènes (associations entre espèces, mélanges de variétés, populations de microorganismes du sol) et de comprendre leur fonctionnement intégré. Ces questions seront abordées au sein de deux thèmes de recherche.

Le premier sera centré sur l'étude de l'optimisation du prélèvement des ressources telluriques par les plantes en interaction avec leurs partenaires biotiques. Ceci concernera principalement l'azote et le soufre, ce dernier posant problème depuis quelques années avec les progrès réalisés dans la maîtrise de la pollution des rejets industriels. Les recherches seront menées avec la plante modèle *Medicago truncatula* et elles viseront à caractériser l'impact d'une plante sur les communautés microbiennes du sol et le rôle de ces dernières dans la nutrition de la plante (notamment en conditions d'intrants limitants). Cette approche sera basée sur l'existence de variabilité naturelle, tant chez les plantes que les microorganismes et devrait déboucher sur la caractérisation de QTL. Les gènes candidats seront éprouvés par génétique inverse grâce notamment aux collections de TILLING (et ecoTILLING) disponibles au laboratoire.

Le second thème s'attachera à l'étude de la mobilisation, du transfert, et de la mise en réserve des ressources en conditions fluctuantes. Deux approches seront mises en œuvre : d'une part, l'étude de la distribution des assimilats au sein de la plante au moment de la sénescence, notamment dans des conditions environnementales variables (température, eau) ; d'autre part, l'étude des mécanismes internes à la graine contrôlant l'accumulation (et la composition, AA soufrés qui sont des AA essentiels) des différentes réserves protéiques et non-protéiques ainsi que l'étude des propriétés nutritionnelles, allergéniques, voire répulsives pour les insectes de type bruches de ces différentes réserves. Ces études seront menées avec *Medicago truncatula* par des approches génétiques et « omiques » (protéome, transcriptome, métabolome). Un transfert au pois est proposé.



Il est clair que les équipes impliquées dans le projet proposé sont très compétentes et compétitives, ainsi que démontré par la qualité (et le nombre) des publications réalisées lors du précédent quadriennal. Le projet proposé est donc parfaitement raisonnable et devrait conduire rapidement à des résultats de grand intérêt.

- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

L'avis est très largement positif. L'UMR LEG a fait preuve d'un fort dynamisme au cours du présent quadriennal. Elle a finalisé son regroupement sur un même site et a poursuivi ses efforts pour favoriser la pluridisciplinarité de ses actions de recherche. Les trois disciplines représentées (écophysiologie, génétique et physiologie moléculaire) se sont ainsi encore mutuellement enrichies dans des projets en collaboration. La production scientifique globale est excellente, notamment si l'on tient compte du fait qu'un déménagement qui a concerné la majorité des personnels a quelque peu entravé l'effort de publication. Enfin, l'UMR a fait preuve d'une activité soutenue sur ses missions qui sont la recherche fondamentale et et le transfert à des applications. L'ensemble fait de l'UMR LEG une structure cohérente originale et bien reconnue au plan international.

- Points forts et opportunités :

Les problématiques sont clairement définies, et les stratégies mises en place sont pertinentes. La présentation du rapport (en fonction des thèmes scientifiques plutôt qu'en fonction des équipes) révèle la maturité du groupe qui conduit à favoriser les démarches pluridisciplinaires. Il s'ensuit que ce laboratoire peut être considéré comme un excellent exemple de groupe développant une approche de biologie intégrative. Le riche réseau de collaborations mis en place est un atout majeur, de même que les ressources génétiques élaborées. Le contact avec la filière protéagineuse est exemplaire, et garantit à la fois la conduite d'actions finalisées pertinentes, et des possibilités importantes d'application.

- Points à améliorer et risques :

L'attractivité de l'Unité vis-à-vis de jeunes chercheurs (Doctorants et post-Doctorants) doit être améliorée. L'examen des publications montre que certaines des plantes étudiées par le laboratoire ne sont pas des légumineuses, ce qui présente un risque de dispersion. Un risque pour la mission de l'unité réside en la fragilité de la filière « protéagineuses » malgré une volonté gouvernementale de relance de ces cultures. Cette fragilité pourrait limiter l'envergure du montage de projets à caractère appliqué.

- Recommandations :

L'Unité doit poursuivre ses efforts de manière à renforcer sa bonne compétitivité au niveau international, et encore améliorer la qualité de ses productions scientifiques. L'interaction entre thèmes de recherche (notamment 1 et 2) pourrait être également poussée plus avant, en abordant des questions à leur interface (par exemple : rôle de l'efficacité de la fixation symbiotique d'azote dans la composition protéique des graines, ce qui pose la question du contrôle de la longévité des nodules jusqu'au moment du remplissage des graines). Le comité salue les résultats obtenus. Il soutient sans réserve l'activité de ce groupe et l'encourage à poursuivre dans les directions proposées. Les objectifs scientifiques et agronomiques sont pertinents et stratégiques.



- Intitulé de l'équipe et nom du responsable :

Unité Mixte de Recherche Microbiologie du Sol et de l'Environnement (MSE)

Directeur d'Unité : Philippe LEMANCEAU

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

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	8	N/A
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	13	N/A
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	0	N/A
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	28,19	N/A
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	7	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	13	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	14	N/A

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'Unité MSE est sous la tutelle conjointe des départements INRA EA et SPE. Ces deux départements lui ont assigné la mission d'être une des Unités de référence dans le domaine de l'Ecologie microbienne du sol. A ce titre, elle se doit d'être une Unité d'appui pour des unités ou des équipes nécessitant dans le cadre de leurs projets d'une expertise en microbiologie du sol, au delà du développement de ses propres programmes de recherche. Les recherches développées au sein de l'UMR MSE ont comme cadre général l'Ecologie microbienne.

Focalisés sur la microflore du sol, les projets de recherche de l'Unité visent à mieux comprendre (i) le rôle fondamental de cette microflore dans la géochimie des sols, (ii) à mieux appréhender l'importance et la complexité de leurs relations avec les plantes, et (iii) à évaluer leur importance en tant que réservoirs potentiels d'agents pathogènes animaux et humains. Comprendre le rôle de cette microflore dans le fonctionnement des sols, évaluer l'impact des changements climatiques et des activités anthropiques sur cette microflore, et évaluer le rôle de cette microflore dans l'évolution de la géochimie des sols sont des questions importantes dans un contexte de développement durable. Les projets de recherches contribuent à trois axes : (1) décrire la diversité microbienne, (2) comprendre les processus microbiens impliqués dans les fonctions contribuant aux services écosystémiques rendus par les sols et (3) agir sur ces processus microbiens.

L'UMR MSE est scientifiquement structurée en cinq équipes : (E1) Dynamique des interactions plantes/microorganismes, (E2) Ecologie microbienne pour la gestion des intrants chimiques et organiques, (E3) Rôle des pratiques culturales sur l'écologie des agents phytopathogènes et la qualité des sols, (E4) Gestion des populations microbiennes pathogènes ou bénéfiques dans les sols et l'environnement, et (E5) Impact du mode d'usage des sols sur la distribution spatiale et la dynamique des communautés microbiennes indigènes. De plus, l'Unité héberge la plateforme GenoSol, un plateau technique de Génotypage et Séquençage et elle gère une collection de microorganismes d'intérêt agroenvironnemental.



(Equipe 1) Dynamique des interactions plantes/microorganismes (composition : 1 DR1, 1 PR2, 2 CR1, 1 IR2, 1 IE2, 1 AI, 1 TR, 2 Doctorants et 1 post-Doctorant, resp. P. Lemanceau).

L'objectif à moyen/long termes de l'équipe est de définir des conditions permettant d'influencer et d'orienter la composition de la microflore rhizosphérique *via* la plante. Ceci passe par une meilleure compréhension du dialogue moléculaire et nutritionnel s'établissant entre la plante et sa microflore rhizosphérique.

Les projets développés par l'équipe lors du quadriennal visaient à obtenir une connaissance plus complète de cette microflore, connaissance nécessaire à l'étude de la variation de cette microflore en fonction de modifications de son environnement (génotype de la plante), et à l'analyse de l'impact de ces changements sur la composition de la microflore et l'identification des mécanismes impliqués dans la perception de ces changements par les composantes de cette microflore, et finalement à déterminer les conséquences de ces modifications sur la croissance, le développement et la santé des plantes. Les principaux résultats obtenus concernent (i) l'étude de la variation de l'environnement rhizosphérique avec l'analyse de l'impact du génotype du partenaire végétal et de l'impact de l'écophysiologie de la plante, (ii) l'étude de la communication moléculaire de la microflore avec la plante et de la perception des variations de l'environnement rhizosphérique par la microflore avec en particulier l'étude de l'implication du système de sécrétion de type III chez *P. fluorescens*, (iii) l'étude des modifications de la structure et de la diversité de la microflore présente dans la rhizosphère de médics et de tabac, effet de la microflore rhizosphérique sur la plante.

Production scientifique : Les résultats de l'équipe 1 ont été valorisés par 32 ACL, dont 22 dans des revues appartenant au premier quartile et un ratio par ETP C ou EC de 2/an. Cette bonne production scientifique est complétée par 12 chapitres d'ouvrage, l'édition de 5 numéros spéciaux dans des revues internationales, et 3 Thèses soutenues avec une moyenne remarquable de 5 articles publiés/thèse.

Les partenariats sont assez peu diversifiés, puisque plus de la moitié du financement de l'équipe (sur 440635 €, partie 4 du formulaire bilan) provient de la région Bourgogne, le reste provenant d'un projet ANR et d'un financement ADEME.

(Equipe 2) Ecologie microbienne pour la gestion des intrants chimiques et organiques (composition : 0,5 DR1, 0,5 PR1, 2,5 DR2, 2 IE, 1 AI, 3 TR, 4 Doctorants, resp. L. Philippot)

Les recherches développées au sein de cette équipe s'inscrivent dans un cadre clairement environnemental et visent à comprendre l'impact des apports d'intrants sur le fonctionnement biologique du sol et la qualité de l'environnement.

Ces activités de recherche sont déclinées autour de l'étude de quelques fonctions biologiques modèles tels que nitrification, dénitrification et biodégradation des pesticides. Les objectifs sont tout à la fois cognitifs (meilleure connaissance des communautés bactériennes fonctionnelles et des mécanismes génétiques et physiologiques impliqués dans leur adaptation à la biotransformation des intrants chimiques), finalisés (étude de l'impact des pratiques agricoles sur les communautés microbiennes, identification de pratiques agricoles susceptibles de réduire la pollution de l'eau *via* l'orientation des activités microbiennes) et méthodologiques (identification de descripteurs des communautés microbiennes alimentant les modèles de fonctionnement des cycles géochimiques, important travail de normalisation des méthodes utilisées en écologie microbienne). Les principaux résultats obtenus concernent (i) les communautés microbiennes fonctionnelles avec l'étude du déterminisme de la distribution spatiale des communautés microbiennes fonctionnelles, l'identification des mécanismes impliqués dans l'adaptation des communautés à la biodégradation accélérée des pesticides et l'identification des facteurs abiotiques sur des activités microbiennes dégradatrices de pesticides ; (ii) l'identification et la quantification de l'impact des pratiques culturales sur la composante dénitrifiante de la communauté bactérienne et les émissions de N<sub>2</sub>O, l'étude de l'impact de l'introduction de résidus de culture sur la structure et l'activité des communautés microbiennes ; (iii) l'identification de pratiques agricoles susceptibles de réduire les pollutions de l'eau et de l'air *via* la manipulation des communautés microbiennes ; (iv) la normalisation et le développement de méthodes en écologie microbienne.

L'équipe 2 a, sur la période, eu une production scientifique tout à fait remarquable avec 89 ACL, pour seulement 3,5 ETP C + EC, dont 70% dans des revues du 1<sup>er</sup> quartile. 6 Thèses et 2 HDR ont été soutenues.

L'équipe 2 a un partenariat assez diversifié : 3 ANR, 2 ACI, 1 MEDD et 1 projet européen, 1 réseau COST et plusieurs projets EGIDE. Elle est en charge de l'animation du réseau Ecotoxicologie pour le Département EA. Elle a de plus un partenariat privilégié avec l'AFNOR pour les aspects plus méthodologiques.



(Equipe 3) Rôle des pratiques culturales sur l'écologie des agents phytopathogènes et la qualité des sols (composition : 1 DR1, 2 DR2, 1 MC, 1 IR2, 1 IEHC, 1 IE2, 2 AI, 1 TR, 3 Doctorants, 2 CDD, resp. C. Steinberg)

Les travaux de recherche de l'équipe 3 s'inscrivent là encore dans un contexte environnemental avec un objectif commun d'une meilleure connaissance du fonctionnement biologique des sols en vue d'assurer le développement d'une agriculture plus durable et plus respectueuse de son environnement. L'équipe 3 travaille en relation étroite avec l'interprofession, ce qui lui permet de formaliser des questions de recherche répondant à des questions pratiques posées par les problèmes de protection des plantes contre des maladies d'origine tellurique ou pour du conseil agronomique. Les principaux résultats obtenus par cette équipe concernent (i) l'étude de l'impact des pratiques culturales sur le fonctionnement biologique du sol, la définition d'indicateurs de la qualité et de la santé des sols, (ii) l'étude de la diversité intra et interspécifique des microorganismes modèles et sa distribution géographique, (iii) l'étude des interactions entre souche protectrice, souche pathogène du champignon *Fusarium oxysporum* et la tomate. L'objectif est d'arriver à contrôler l'activité infectieuse des agents pathogènes telluriques en assurant un bon fonctionnement biologique du sol.

La production scientifique de l'équipe 3 s'élève à 48 ACL, 4 chapitres d'ouvrage. Cette équipe assure un gros travail de formation avec de nombreux stagiaires de tous niveaux et la soutenance de 8 thèses.

Cette équipe bénéficie depuis de nombreuses années d'une reconnaissance internationale dans le domaine de la lutte biologique et du contrôle des champignons phytopathogènes. Ce qui lui vaut d'être régulièrement impliquée dans des projets de collaboration et/ou de partenariat, soit nationaux (ANR, CASDAR) soit internationaux (réseau européen ENDURE, projet européen 2EBCA).

(Equipe 4) Gestion des populations microbiennes pathogènes ou bénéfiques dans les sols et l'environnement (1 CR1, 5 MC, 1 IR1, 1 IE2, 1 TR, 2 doctorants, resp. A. Hartmann)

Cette équipe a comme objectifs principaux de mieux connaître la distribution et la biodiversité des populations bactériennes potentiellement pathogènes pour l'homme, et d'identifier les facteurs environnementaux et/ou anthropiques susceptibles d'influer sur leur persistance ou leur croissance, voire de favoriser l'acquisition de potentialités nouvelles à travers des échanges génétiques.

L'enjeu à moyen/long termes étant le développement de pratiques culturales permettant une meilleure gestion du risque sanitaire. Les principaux résultats obtenus par l'équipe 4 concernent (i) l'étude de la biodiversité et de la répartition de bactéries pathogènes ou commensales de l'homme, bactéries indicatrices de la qualité sanitaire d'un agro-environnement à travers l'analyse de la survie, dans les composts, les sols et à une échelle plus grande, un bassin versant, de *Listeria monocytogenes* et de plusieurs espèces bactériennes indicatrices de contamination fécales et l'étude systématique de la distribution de bactéries pathogènes ou commensales de l'homme dans les sols français (dispositif RMQS, ANR SEST 018) ; (ii) l'étude, chez la bactérie *L. monocytogenes* de mécanismes d'adaptation (auto-induction, système agr, persistance) ; le dépistage de sources animales et environnementales de souches d'*E. coli* produisant des beta-Lactamases CTX-M à spectre élargi.

La production scientifique de l'équipe 4 est composée de 21 ACL, 3 chapitres d'ouvrage, 3 thèses et 3 HDR ont été soutenues. Elle paraît seulement "satisfaisante", mais cette situation peut s'expliquer par la forte composante Enseignants-Chercheurs de cette équipe.

Par rapport aux autres équipes, le partenariat est relativement moins diversifié : au niveau national on trouve 2 ANR Santé environnement Travail, au niveau international, on trouve un partenariat avec Agriculture and AgriFood et University College. En revanche, il existe un partenariat industriel fort avec 9 contrats de licence de savoir faire impliquant 4 industriels production et contrôle d'inoculants microbiens.

(Equipe 5) Impact du mode d'usage des sols sur la distribution spatiale et la dynamique des communautés microbiennes indigènes (1 DR2, 1 CR1, 1 IR, 1 IE, 1 AI, 2 TR, 2 Doctorants, 1 post-Doctorant, resp. L. Ranjard)

Les objectifs de l'équipe 5 visent à améliorer les connaissances sur le déterminisme de la diversité des communautés microbiennes du sol soumises à différents modes d'usage agronomique, sa distribution spatiale, ses modes de régulation et sa traduction en termes de fonctionnement biologique. Les principaux résultats obtenus par l'équipe 5 concernent l'étude du mode de distribution spatiale et de régulation de la diversité des communautés microbiennes, l'étude du lien entre diversité microbienne et fonctionnement biologique du sol en termes de turn-over des matières organiques (projet impliquant des développements méthodologiques importants comme la technique de marquage isotopique de type ADN/ARN-SIP et la métaprotéomique) projet décliné autour de trois questions principales : (1) dynamique de la diversité microbienne (génétique et fonctionnelle) au cours de la décomposition des matières organiques exogènes ou MOE dans les sols et évolution et stabilité (résilience) de la composante microbienne



tellurique après des apports de MOE ? (2) Interactions entre facteurs environnementaux (type de sol, pratiques culturales, climat), biochimiques (nature de la MOE) et microbiologiques au cours de la décomposition des MOE et exploitation de ces interactions pour orienter l'activité des microorganismes ? (3) Lien entre diversité des communautés microbiennes du sol et turn-over des matières organiques dans les sols ? L. Ranjard est animateur de la plateforme GenoSol.

La production scientifique de l'équipe 5 se compose de 28 ACL, 2 chapitres d'ouvrage, 5 articles de vulgarisation scientifique, 9 conférences invitées, 3 Thèses et 1 HDR ont été soutenues.

Le partenariat est important et diversifié. Il est soutenu par plusieurs ANR (DIMINOS ANR Systerra, MICAGRO ANR ECOGER), des projets région (CPER, programme FABER), projets innovants INRA, TAXONOMIC-RMQS (AIP Bioressources, ADEME 2010), ECOMIC-RMQS (ADEME 2007, CPER 2007, ANR Biodiversité), projets Génoscope.

#### Au niveau global de l'Unité, les aspects positifs sont :

Les projets de recherche avec des objectifs bien définis, avec des outils et des compétences adaptés à leur développement, en accord avec les missions de cette unité. Elle est une des unités « phares » au niveau national dans le domaine de l'écologie microbienne du sol.

Cette Unité a su prendre le tournant des nouveaux outils disponibles pour le développement d'approches globales de l'étude de la microflore du sol (métagénomique).

Le bilan scientifique de l'Unité MSE est très bon. Entre 2006 et juin 2010, la production scientifique globale de l'unité est composée de 202 publications à comité de lecture (ACL), avec un FI moyen de 3,18 et un ratio par ETP Chercheur ou Enseignant-chercheur de 2,6/an. La diversité des revues ciblées reflète la diversité des approches, des outils et des compétences utilisés dans les projets. Plus de 60% des revues sont dans le premier quartile des revues du domaine. Il faut noter quelques articles dans des revues à fort FI (New Phytol., ISME J., Mol. Ecol., PLoS Pathol.) ou très fort FI (Nat. Rev. Microb.).

Ce bilan est donc très positif avec une progression importante tant quantitative que qualitative par rapport au quadriennal précédent. A cela, il faut ajouter 24 chapitres d'ouvrage, 31 conférences invitées, 19 thèses et 6 HDR soutenues pendant la période. La Plateforme GenoSol a été associée à 5 publications à comité de lecture, 2 chapitres d'ouvrage, et 12 communications orales dans des colloques et congrès.

La valorisation, par les doctorants, des thèses soutenues dans l'Unité est excellente.

Les partenariats sont nombreux, cohérents et pour certains durables. Pour les principaux, on peut dénombrer sur la période analysée 10 ANR, 4 contrats Ministère, 3 projets européens. Les 25 contrats Région illustrent le fort soutien permanent offert par la région Bourgogne aux projets de recherche de l'unité, et donc l'excellent lien entre ces projets et le tissu socio-économique régional. La capacité des équipes de l'Unité a régulièrement renouveler ses contrats et ses partenariats reflète l'excellent positionnement de cette Unité, au niveau national et international.

La coordination du projet européen ECOFINDER reflète une prise de leadership au niveau européen.

L'Unité a très bien géré son déménagement dans ses nouveaux locaux.

Il existe de bonnes interactions entre les équipes, comme le reflète le nombre relativement important de publications co-signées, et les programmes transversaux.

#### Quelques aspects à améliorer :

L'Unité va subir le départ de plusieurs agents entre la fin du quadriennal en cours et le début du prochain contrat, ce qui va affecter fortement certaines équipes, comme l'équipe 3.

Certaines collaborations pourraient être développées. Par exemple, des rapprochements pourraient être opérés avec le groupe de S. Génin et C. Boucher sur la perception des signaux et système de sécrétion de type III, et avec le groupe d'Y. Dessaux et D. Faure pour tout ce qui touche aux problèmes de *quorum sensing* et le développement de la microflore rhizosphérique, et dialogue moléculaire entre plante hôte et microflore.

La production scientifique est inégale entre les équipes. Il y a quelques chercheurs et enseignants-chercheurs non publiant. Après entretien avec la commission, il apparaît que, parmi les 3 non publiants, une personne ne fera



pas partie de la TGU. Il conviendrait d'analyser les causes de la non publication avec les deux autres personnes et de mettre en place un appui spécifique le cas échéant.

L'Unité doit diversifier les sources de financement des thèses. Sa notoriété doit lui permettre d'augmenter le nombre de post-doctorants, de chercheurs invités.

Les problématiques traitées par l'UMR gagneraient à s'appuyer sur des démarches de modélisation. La formalisation par des schémas conceptuels identifiant clairement les variables d'entrée et de sortie du système étudié, ainsi que les mécanismes à représenter permettraient certainement de structurer les programmes de recherche, et de faciliter les interactions scientifiques tant en interne que lors de collaborations avec d'autres unités. Il semble notamment important que des agronomes de la future TGU soient associés à la construction de tels schémas afin de s'assurer de l'adéquation de ces approches avec les problématiques agronomiques abordées par la TGU. Le développement d'un ou plusieurs modèles de simulation, à partir de ces schémas conceptuels et des données existantes dans l'UMR pourrait constituer, à terme, un axe de recherche fédérateur et prometteur. Le ou les modèles développés pourrai(en)t ainsi faciliter et formaliser la contribution des équipes spécialisées de l'écologie microbienne à la conception de systèmes de culture innovants valorisant les services écosystémiques rendus par les communautés microbiennes.

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

Les recherches conduites au sein de l'Unité MSE occupent une place originale à l'interface recherche fondamentale/recherche finalisée, associant des objectifs très génériques, avec des aspects très mécanistiques, et des problématiques plus finalisées, développées dans le cadre de partenariats avec des acteurs socio-économiques. Elles s'appuient sur des compétences en écologie microbienne et microbiologie du sol anciennes et reconnues. L'Unité a su également intégrer des outils récents comme la métagénomique, avec des développements méthodologiques originaux pour quantifier et caractériser la microflore tellurique.

Ceci s'est en particulier traduit par le développement de la plateforme GenoSol. Le développement de méthodes originales de marquage isotopique permet d'accéder à la microflore « active » et ainsi de rentrer dans un aspect plus fonctionnel de ces communautés microbiennes.

Au niveau local, l'Unité a développé ou intensifié ses interactions avec les autres unités du site, ce qui s'est traduit par le dépôt de projets communs et par l'OS Agroécologie de la parcelle cultivée. Ces relations ont été un des éléments catalyseurs dans les réflexions sur le projet scientifique de la future TGU. De plus, ce positionnement local de l'Unité MSE lui a permis d'être un élément moteur dans les réflexions autour de la microbiologie conduites au sein de l'université et du PRES. L'Unité est bien en phase avec les demandes des acteurs socio-économiques régionaux, ce qui lui permet de bénéficier d'un soutien permanent et important de la part de la région Bourgogne.

Au niveau national, l'Unité MSE est au cœur d'un réseau de collaborations impliquant des équipes et des Unités aux compétences complémentaires, et dont elle représente un des éléments clefs, comme le montre le nombre assez élevé de coordination de projets. Elle participe de manière régulière à des comités d'évaluation et d'expertise. Toutefois, l'Unité doit encore chercher à diversifier ses collaborations, en particulier sur les approches mécanistes, en se rapprochant des équipes phares du domaine.

La visibilité internationale de l'Unité MSE dans le domaine de l'écologie microbienne du sol est établie depuis de nombreuses années. Elle se traduit non seulement par le nombre et la qualité des publications, le nombre de conférences invitées, mais également par la coordination de deux programmes européens. Plusieurs agents sont impliqués dans des responsabilités au niveau national ou international.

L'Unité s'implique fortement dans des actions de formation, non seulement via ses enseignants-Chercheurs, mais également par une participation significative des chercheurs de l'Unité.

- **Appréciation sur la stratégie scientifique et le projet :**

Dans le cadre du projet de TGU « Agroécologie », les équipes de l'ancienne unité MSE se trouvent éclater dans trois des pôles de la future TGU : ECOLDUR (équipes 1, 2 et 5), MERS (équipe 4) et IPM (équipe 3). Le pôle « Ecologie des communautés et durabilité des systèmes agricoles (ECOLDUR) » résulte du regroupement d'équipes issues des anciennes Unités MSE et de BGA et de deux équipes d'AgroSup Dijon (« Diversité et qualité des sols » et « Agroéquipements »). L'objectif général du pôle est d'analyser le fonctionnement des agro-écosystèmes par des approches combinant de manière originale méthodes et concepts issus de l'agronomie et de l'écologie afin d'évaluer et de concevoir des systèmes de production durables. Les enjeux scientifiques portés par ce pôle sont nombreux et ambitieux. Ils visent à comprendre le rôle de la diversité et des interactions biotiques dans le fonctionnement des



agro-écosystèmes pour optimiser les services écosystémiques ; à concevoir et évaluer des systèmes de culture innovants, à intégrer l'écologie spatiale et l'échelle paysagère dans la manière d'aborder les agro-écosystèmes et leur fonctionnement.

Le regroupement des expertises en écologie microbienne et végétale issues de MSE et BGA est très prometteur. L'association entre écologues et agronomes est un des éléments clef pour la réalisation des objectifs finalisés de la TGU sur l'agroécologie (proposer des systèmes de culture innovants sur la base de la compréhension des interactions et régulations au sein des communautés). L'organisation matricielle en 3 thèmes (selon la proposition présentée oralement et non 6 comme indiqué dans le rapport écrit) crée une situation favorable à la mise en commun des compétences portées par les personnels issus des deux Unités BGA et MSE, et au rapprochement des personnels autour de projets et d'objectifs communs.

L'équipe 3 de l'UMR MSE a fait le choix de rejoindre, dans la future TGU, le Pôle « Mécanismes et gestion des interactions plantes-microorganismes (IPM) », qui regroupe la quasi-totalité de l'UMR « Plante-Microbe-Environnement (PME) ». L'équipe, aujourd'hui composée de 8 permanents, va subir plusieurs départs à la retraite qui vont affecter le potentiel, non seulement de l'équipe (qui ne comprendra au début du prochain contrat qu'un seul scientifique), mais également de l'Unité avec une diminution importante des compétences en microflore fongique. Le futur pôle IPM est organisé en 5 groupes : (i) Mécanismes et gestion de la symbiose mycorhizienne dans les agroécosystèmes, (ii) NO et réponse de défense de la plante, (iii) Résistance induite, et (iv) Dynamique membranaire et interactions plantes-microorganismes, (v) Mécanismes et gestion de la symbiose mycorhizienne dans les agroécosystèmes, et (vi) Equilibre entre populations fongiques et qualité phytosanitaire des sols, qui comprend l'ensemble du personnel de l'équipe 3 de l'UMR MSE. Dans le cadre du projet Agroécologie de la nouvelle UMR proposée, le pôle IPM centre son projet sur l'environnement biotique de la plante dont les études pourront contribuer à la conception de systèmes de cultures innovants. Cette contribution se décline selon trois leviers principaux : le contrôle du développement des inoculum primaires d'agents pathogènes dans les parcelles cultivées, l'utilisation de microorganismes bénéfiques permettant d'améliorer le statut nutritionnel de la plante et sa résistance basale aux agresseurs, et l'induction des défenses naturelles des plantes vis-à-vis des agents pathogènes.

Si le rapprochement de l'équipe 3 au pôle IPM paraît scientifiquement cohérent, les projets présentés dans le document écrit et lors de la présentation orale ne permettent d'apprécier que partiellement la contribution de l'équipe 3 dans les projets du pôle IPM. Outre son intégration dans le pôle IPM, il conviendrait que l'équipe continue à échanger avec le pôle ECOLDUR à un niveau suffisant pour contribuer significativement à la conception de systèmes de culture innovants.

Dans la future TGU, l'équipe 4 formera avec l'EA LIMA le pôle MERS, dont l'objectif principal est l'étude de l'émergence des maladies transmissibles d'origine environnementale avec deux grandes axes : (1) l'étude de la distribution des micro-organismes dans l'environnement et le développement/circulation de la résistance aux antibiotiques, et (2) l'étude des stratégies adaptatives des communautés microbiennes et leurs interactions avec l'hôte. Le projet proposé dans le document écrit et la présentation orale est structuré autour de deux thèmes majeurs : (1) Pathogènes de l'environnement et impact épidémiologique, avec deux questions principales qui sont l'étude de l'impact des paramètres de l'environnement sur la circulation des pathogènes et commensaux entre l'environnement et l'homme, et l'étude des déterminants des résistances aux antibiotiques de souches cliniques et environnementales - lien avec la virulence. (2) Adaptation des micro-organismes pathogènes pour l'homme en fonction des environnements, avec l'étude de la sensibilité aux facteurs agro-environnementaux de pathogénicité, de communication cellulaire et de l'auto-induction, et l'étude de l'impact biotique sur la persistance de micro-organismes pathogènes par des modèles *in-vitro* et *in-vivo* lapin/souris. Si le projet original présenté dans le cadre du pôle MERS peut effectivement s'appuyer sur l'expertise acquise par l'équipe 4, il pêche par une trop grande dispersion de modèles et d'objectifs. Il gagnerait à être plus focalisé. De plus, le lien avec l'agronomie doit se justifier par des recherches plus spécifiques en rapport avec la santé des acteurs de l'économie agricole *in extenso*. MERS est encouragé à mieux intégrer le travail ses membres et à mieux ancrer ses programmes dans des modèles d'exposition aux risques basés sur des approches expérimentales validées. Enfin, il serait certainement intéressant que l'analyse de l'apparition des résistances aux antibiotiques proposée contribue à une réflexion plus globale au sein de la TGU. Les actions anthropiques exercent des pressions de sélection sur différentes populations que l'homme tente de maîtriser (agents pathogènes de l'homme, adventices des cultures, ravageurs, agents pathogènes des cultures) et modifient leurs structures génétiques. Une réflexion commune aux différents pôles de la TGU sur cette question pourrait être une illustration supplémentaire de l'intérêt de regrouper des champs disciplinaires éloignés.



- Intitulé de l'équipe et nom du responsable :

Unité Mixte de Recherche Plante-Microbe-Environnement (PME)

Directrice d'Unité : Vivienne GIANINAZZI-PEARSON

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

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	17	
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	9	
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	3	
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	30 (26,7 ETP)	
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	6.5	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	16	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	14	

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les recherches de l'unité visent à mieux comprendre les interactions plantes-microorganismes, à la fois symbiotiques et pathogènes, et les réponses des plantes à certains stress abiotiques. Elles sont menées par des approches essentiellement cellulaires, moléculaires et biochimiques, dans l'optique d'acquérir des connaissances fondamentales sur les mécanismes les plus intimes de ces interactions plantes-microorganismes ou de ces réponses aux stress abiotiques. Elles comprennent aussi des études épidémiologiques et des mises au point de procédés biotechnologiques pouvant contribuer au développement d'une agriculture moins consommatrice d'intrants chimiques (engrais et pesticides). Les travaux menés se justifient donc aisément dans un contexte où des solutions durables et économiquement viables devront être trouvées dans les prochaines décennies pour nourrir la population humaine.

L'unité est composée de 4 opérations :

- Programmes cellulaires des interactions durables entre symbiotes mycorrhiziens, et exploitation biotechnologique
- Signalisation cellulaire et moléculaire dans les réactions de défense des plantes
- Microdomaines membranaires et interactions plantes-microorganismes
- Biologie et écologie des bactéries du phloème

Sa production scientifique globale est très bonne : 139 articles dont 113 dans des revues à comité de lecture (facteur d'impact moyen 3.9), 49 chapitres de livres ou d'actes et 2 livres. Cela représente, en moins de 5 ans, 5.7 article en moyenne par chercheur ou enseignant-chercheur. 47 % des articles sont publiés dans des journaux aux FI > 4 : 1 Annual Review Plant Bio, 1 Plant Cell, 1 EMBO J, 2 Mol Cell Proteomics, 2 Plant J, 1 FASEB J, 4 Plant Physiol, 1 Cellular Mol Life Sc, 1 Free Radical Bio Med, 8 New Phytol, 1 J Biol Chem, 1 Biochem J, 3 Plant Cell Environ, 1 Environ Microbiol, 3 Proteomics, 13 Mol Plant-Microbe Interactions, etc. On note très peu d'enseignants-chercheurs (1) et de chercheurs (1) considérés comme non publiants, mais 5 enseignants-chercheurs et 1 chercheur publient peu.

14 thèses et 3 HDR ont été soutenues.



### Opération 1

C'est la plus importante en effectif total et en nombre de chercheurs statutaires et contractuels (8 chercheurs, 4 enseignant-chercheurs, 9 ITA, 11 chercheurs invités ou post-docs). D'un point de vue fondamental elle étudie la symbiose mycorhizienne à arbuscules tant du côté du partenaire végétal, que du partenaire fongique. L'équipe mène aussi des recherches plus appliquées pour promouvoir l'exploitation agronomique des mycorhizes (création en cours d'une jeune entreprise). Parmi les résultats scientifiques les plus marquants on peut citer côté plante : la mise en évidence de plusieurs gènes et protéines spécifiquement induits lors de la mycorhization (l'une des protéines notamment, une blue copper binding protein (Mtbcp), est associée au développement arbusculaire), l'identification de protéines de réponse au cadmium spécifiquement produites lors de la mycorhization, l'observation d'un phénomène de potentialisation par la mycorhization des réactions de défense de la plante. Côté champignon, plusieurs gènes et protéines ont été identifiés, notamment des gènes potentiellement induits par des signaux d'origine végétale issues des gènes SYM, des protéines liées au fonctionnement du mycélium extraracinaire, un premier transporteur d'acides aminés, le gène GintSTE12 codant pour un facteur de transcription dont une analyse fonctionnelle par complémentation hétérologue a montré qu'il était impliqué, comme chez les organismes pathogènes, dans le processus d'infection racinaire. Une technique très prometteuse de RT-PCR in situ chez un champignon mycorhizien à arbuscules a été mise au point pour la première fois.

Ces travaux ont été valorisés dans 48 publications (FI moyen 3.5), ce qui correspond en moyenne à 5 publications par chercheur (1 ETP) ou enseignant-chercheur (0.5 ETP). Quatre thèses ont été soutenues. Compte tenu des nombreux chercheurs invités et stagiaires post-doctorants présents pendant la période (11), cette production aurait pu être encore plus importante. L'équipe gagnerait à focaliser ses recherches et inclure davantage d'analyses fonctionnelles pour décrire plus en profondeur les mécanismes très intéressants qu'elle met en évidence. L'impact des journaux dans lesquels elle publie s'en trouverait encore amélioré.

### Opération 2

Essentiellement composés d'enseignants-chercheurs (1 chercheur, 10 enseignants-chercheurs, 5 ITA, 3 post-docs), cette opération étudie les voies de signalisation cellulaire activées lors de l'élicitation des réactions de défense et cherche à comprendre et à exploiter les mécanismes de résistance induite chez la vigne. Parmi les résultats fondamentaux marquants on peut citer le rôle du NO comme messenger secondaire dans le déclenchement de la réponse calcique par la cryptogéine, la mise en évidence d'une protéine kinase (NtOSAK) régulée par le NO et impliquée dans la réponse à la cryptogéine et à différents stress abiotiques, l'interaction de NtOSAK avec la GAPDH et la S-nitrosylation de cette dernière par le NO, une modification post-traductionnelle nécessaire à l'inhibition et à la translocation dans le noyau de la protéine. Il a été montré que NO était très vraisemblablement aussi un signal de carence au Fe, induisant l'accumulation de protéines associées à l'import de Fe, et la synthèse de nicotianamine possiblement impliquée dans le transport du Fe in planta.

Des protéines kinases et des protéines cibles du noyau jouant un rôle dans la signalisation nucléaire et la mort cellulaire en réponse à la cryptogéine ont été identifiées. Les réactions de défense de la vigne contre *Plasmopara viticola*, après potentialisation par PS3 ont été décrites ainsi que la potentialisation proprement dite qui impliquerait des canaux anioniques et une dépolarisation de la membrane plasmique. Un dérèglement de la fermeture stomatique a été révélé lors d'une interaction vigne/*P. viticola* qui suggère l'existence d'un facteur de virulence végétal ou microbien capable de perturber l'action de l'ABA. Il a été montré avec plusieurs éliciteurs que la résistance à la maladie dépend plus du déclenchement des réactions de défense que de la fermeture des stomates.

L'équipe a publié 26 articles dans des journaux de très bon niveau (FI moyen 5.1), ce qui correspond à 4.3 articles en moyenne par chercheur (1 ETP) ou enseignant-chercheur (0.5 ETP). Sept thèses ont été soutenues.

### Opération 3

L'équipe est composée de 1 chercheur et 4 enseignants-chercheurs, 8 ITA (7 éq ETP) et a accueilli 3 post-docs. Elle a rejoint l'unité PME en janvier 2007. Elle étudie la membrane plasmique et notamment ses microdomaines rafts dans le contexte des interactions plantes-microorganismes avec le modèle cryptogéine/cellule de tabac. L'équipe a démontré que la composition protéique des microdomaines insolubles aux détergents était modifiée très rapidement après traitement par la cryptogéine (augmentation d'une protéine 14-3-3 et diminution de plusieurs dynamines). Une corrélation a été établie pour la première fois entre la présence dans un microdomaine raft d'une protéine responsable de la production de formes activées d'oxygène et la production de FAO dans le même site. Le rôle des phytostéroïdes comme éléments de structuration des domaines raft et possiblement comme senseurs des facteurs de l'environnement a été montré. L'organisation non aléatoire mais agrégée de protéines et de lipides associés aux microdomaines a été démontrée pour la première fois dans un système végétal. Le déclenchement d'une endocytose à clathrine par la cryptogéine et la présence d'un lien entre le déclenchement de ce processus et la production de FAO ont aussi été démontrés pour la première fois dans un système végétal.

L'équipe a publié 21 articles dans de très bons journaux (FI moyen 4.8), ce qui correspond à 7 articles en moyenne par chercheur (1 ETP) ou enseignant-chercheur (0.5 ETP). Deux thèses ont été soutenues. Ce bilan est d'autant plus positif que l'équipe a été constituée il y a 4 ans seulement.



#### Opération 4

C'est la plus petite en effectif : 1 chercheur, 2 ITA et 2 post-docs. Elle s'intéresse aux maladies causées par des bactéries du phloème de type phytoplasme et BLO. Une carte physique du chromosome d'un agent de la flavescence doré (jaunisse de la vigne) a été établie. Le rôle de plusieurs espèces d'hémiptères de la famille des Cicadellidae comme vecteurs de transmission de cet agent a été démontré. Un modèle décrivant l'augmentation de la population des insectes infectieux au cours du temps et en fonction du nombre d'insectes infectés a été établi. Des études sur le terrain et en laboratoire de plusieurs agents responsables de la flavescence dorée (vigne), du bois noir (vigne), du syndrome des basses richesses (betterave) et de l'enroulement viral (vigne) ont apporté des connaissances précieuses sur l'épidémiologie de ces maladies.

Les travaux de l'équipe (1 seul chercheur statutaire) ont été publiés dans 12 articles (FI moyen 2.4). Une thèse a été soutenue.

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

L'attractivité de l'unité est excellente puisqu'elle a accueilli 19 chercheurs invités et post-docs pendant la période. Six colloques internationaux ont été organisés à Dijon par des membres de l'unité.

Le rayonnement national de l'unité se mesure par le grand nombre d'actions d'expertise : 10 participations à des comités AERES d'évaluation de laboratoire (un membre de l'unité a été Délégué AERES pendant 2 ans), évaluation de projets ANR et de projets ATIPs, et par les très nombreuses invitations à des jurys de thèse et d'HDR (plus de 70). Un chercheur de l'Unité anime le Groupe National sur les Jaunisses de la Vigne

Le rayonnement international de l'unité (notamment celui de l'opération 1) est tout à fait évident. Les membres de l'unité ont été invités à plus de 54 conférences internationales, et ont participé à plus de 10 organisations de colloques internationaux. Ils appartiennent à plusieurs réseaux internationaux: Cost, FA0603, Mycorrhizologues Francophones, au Consortium International de Séquencage du Génome de Glomus, au Purdue Selaginella Genomics. Ils participent activement à l'International Mycorrhizal Society, à la Fondation Internationale pour la Science (Suède), à la Fondation Alexander von Humboldt, et deux d'entre eux sont professeurs invités dans des universités étrangères (Chine, Ecosse).

Ils sont sollicités pour expertiser des projets de recherche : NSF, BBSRC, SNSF, FORMAS, CSGA, DFG, FCAR, CNRSNG, BARD, un laboratoire allemand (Max Planck, Marburg), et pour réviser des articles de très nombreuses revues. Ils sont membres de Comités éditoriaux : Mycorrhiza (Editeur en Chef), Communicative and Integrative Biology, Plant Signaling & Behavior, J Biol Chem, Plant Physiol Biochem, Plant Sc ; ils ont dirigé 2 ouvrages.

L'activité de valorisation socio-économique de l'Unité est très satisfaisante. L'unité entretient et gère la Banque Internationale des Gloméromycètes, une grosse responsabilité et un outil indispensable pour la communauté scientifique des mycorrhizologues. Elle est très impliquée dans le développement des technologies de production d'inoculum mycorrhizien et de Biotisation (création en cours d'une jeune entreprise) ; elle a contribué au développement des normes XP ISO/TS : 2009 (F) : qualité du sol- effets des polluants sur les champignons mycorrhiziens. Elle réalise régulièrement des prestations de service pour des entreprises qui veulent évaluer l'efficacité de leurs produits inducteurs de résistance. On peut noter le soutien financier très fort de la Région (28 projets), reflétant la très bonne adéquation entre les travaux de recherche de l'unité et les attentes socio-économique de la Région Bourgogne.

L'unité est très active en communication et diffusion des connaissances sous forme d'articles dans des revues de vulgarisation (Biofutur), de reportages (émissions télévisées), d'intervention dans les lycées, de portes ouvertes et de plaquettes de vulgarisation destinées aux milieux professionnels (sur les jaunisses à phytoplasme de la vigne, et sur la lutte chimique contre les maladies de la vigne).

L'unité est extrêmement dynamique dans la recherche de contrats puisque ces derniers constituent l'essentiel (jusqu'à 87%) des budgets des équipes: 1 contrat FP7-SME, 2 FEDER, 7 ANR, 1 Génoscope, 28 projets Région, 1 ERA-NET, 1 GDR, 15 contrats privés.

Sur le plan local, l'Unité fait partie de l'Institut Buffon (FR) qu'elle a fondé et porté pendant plusieurs années, et plus largement du Pôle de Compétence GIS AGRALE. Elle est fortement impliquée dans le fonctionnement de l'Ecole Doctorale Vie et Santé (directions). Environ les 2/3 des scientifiques du l'unité sont des enseignants-chercheurs. Ceux-ci sont responsables d'une grande partie des enseignements de Licence et de Master de l'Université de Bourgogne en Physiologie Végétale et Biochimie. Ils font aussi partie de plusieurs instances de l'université (CS d'UFR et CS de l'Université). L'enseignement et la participation à la gestion et à la vie de l'Université représentent donc une part importante des activités de l'unité et une contribution essentielle au fonctionnement du campus dijonnais.



- **Appréciation sur la stratégie scientifique et le projet :**

La quasi-totalité des personnels de l'UMR PME va se retrouver dans le pôle IPM (« Mécanismes et gestion des interactions plantes-microorganismes »), qui comprendra également une équipe issue de l'UMR MSE. L'objectif global du pôle IPM sera l'étude des interactions plante/environnement biotique dans le cadre de l'amélioration quantitative et qualitative de la production agricole. Les personnels de l'UMR PME y ont clairement leur place puisque le pôle IPM regroupera l'ensemble des recherches concernant les interactions plantes-champignons (symbiotiques et pathogènes) au sein de la TGU Agroécologie. La responsable d'IPM sera d'ailleurs une des chefs d'équipe de PME.

Les 3 équipes actuelles (ou opérations de recherche) de l'UMR PME (l'équipe « Biologie et écologie des bactéries du phloème » ayant disparu en 2009) donneront naissance à 4 des 5 groupes d'IPM. Il y a globalement une grande continuité des structures, problématiques de recherche et modèles d'étude, hormis le fait que l'équipe « Signalisation cellulaire et moléculaire des réactions de défense des plantes » (opération 2) de PME est scindée en deux groupes distincts au sein d'IPM (« NO et réponses de défense de la plante » et « Résistance induite »). Toutefois, le projet IPM est présenté de manière très transversale et se décompose en 3 thèmes: "Mécanismes gouvernant l'établissement et le fonctionnement de l'interaction plantes-microorganismes" (thème 1), "Biodiversité fonctionnelle et écologie des champignons" (thème 2), et "Contribution à la définition de systèmes de cultures innovants" (thème 3). Les 4 groupes d'IPM issus de l'UMR PME participeront à un ou plusieurs de ces thèmes.

Le groupe « Mécanismes et gestion de la symbiose mycorhizienne dans les agroécosystèmes » sera impliqué dans les 3 thèmes. Il poursuivra l'étude des mécanismes assurant l'établissement et le fonctionnement de la symbiose MA (gènes végétaux impliqués dans la transduction des signaux fongiques, composants membranaires assurant les échanges entre la plante et le microsymbiote). Il renforcera également ses approches d'analyse de la biodiversité fonctionnelle des champignons mycorhiziens, en interaction avec le groupe issu de l'UMR MSE. Il s'agira notamment d'identifier des marqueurs génétiques et des indicateurs fonctionnels utilisables pour caractériser la diversité fonctionnelle de la symbiose au champ et exploitables dans des stratégies d'amélioration génétique ou de raisonnement d'itinéraires de culture. Le modèle d'étude choisi reste le couple *M. truncatula*/gloméromycètes

Le groupe « NO et réponses de défense de la plante » participera au thème 1. Il poursuivra le travail concernant les mécanismes de signalisation aboutissant au déclenchement des réactions de défense. Il s'agira essentiellement d'approfondir les résultats originaux acquis au cours de la période précédente sur le rôle du NO et de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dans les signalisations activées par des éliciteurs de réactions de défense. La recherche de mécanismes intégrant ces deux voies de signalisations (production de peroxy-nitrite) renforcera la cohérence et l'originalité de cette thématique. Les stratégies proposées sont pertinentes, notamment l'approche concernant l'identification et la caractérisation fonctionnelle des protéines ciblées par ces voies de signalisation (S-nitrosylation et tyrosine nitration). Enfin, le rôle joué par la nicotianamine dans l'homéostasie du fer en réponse à une attaque pathogène sera étudié. Les modèles d'étude antérieurs (tabac et *Arabidopsis* associés à des éliciteurs ou pathogènes) sont conservés.

Le groupe "Dynamique membranaire et interactions plantes-microorganismes" participera au thème 1. Cette contribution sera tout à fait essentielle pour le thème 1 mais aurait mérité d'être davantage détaillée. Les concepts originaux (voire innovants) introduits par les acteurs de ce groupe (hétérogénéité spatiale des domaines membranaires et leur régulation par endocytose) semblent effectivement pris en compte dans les thématiques des deux groupes précédents, mais le projet du pôle IPM reste vague sur les actions qui seront effectivement conduites. Le modèle d'étude mis en avant (tabac/cryptogéine) rapprocherait plutôt ce groupe de celui intitulé « NO et réponses de défense de la plante ».

Enfin, le groupe "Résistance induite" participera aux thèmes 1 et 3. En conservant la vigne comme matériel végétal principal, il aura pour objectifs d'identifier de nouveaux éliciteurs de réactions de défense (et les mécanismes associés) qui aboutissent à une protection réelle de la plante (thème 1), et de positionner l'étude des résistances induites par les traitements par éliciteurs dans un contexte plus intégré (coût énergétique, effet des facteurs de l'environnement, collaboration avec les écophysiologistes de GEAPSI) en rapport avec le thème 3 qui vise à définir des systèmes de culture innovants.

Au bilan, il apparaît clairement que les équipes de l'UMR PME s'intègrent parfaitement dans le projet du pôle IPM, qui révèle une véritable ambition à long terme. Le projet IPM renforcera la visibilité de ces équipes, en les intégrant à une structure rassemblant tous les acteurs de la TGU impliqués dans l'étude des interactions plantes-champignons. La pertinence et l'originalité des approches découlent de celles conduites dans l'UMR PME. Il est de plus visible qu'un effort d'intégration a été fait entre les groupes pour coordonner les actions et promouvoir les synergies (mise en avant de l'étude de la dynamique membranaire dans les différents aspects du thème 1, intégration des aspects symbiose et pathogènes dans le thème 3). Cependant, la contribution exacte de chaque groupe dans chacun des thèmes reste parfois difficile à appréhender (qui fait quoi et comment). Le fait que les modèles d'étude des 4 groupes restent globalement les mêmes que pendant la période précédente (et donc dans leur majorité différents entre eux) suscite également des interrogations sur la faisabilité opérationnelle des démarches transversales mises en avant.



- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

L'UMR PME présente un bilan équilibré et de très bon niveau dans ses quatre missions : acquisition des connaissances, formation, diffusion des connaissances et valorisation industrielle. Son organisation en 4 opérations est intéressante et bien formatée pour atteindre les objectifs qu'elle se donne car elle associe des spécialistes d'interaction plantes-microorganismes symbiotique (mycorhizologues maîtrisant bien les approches d'imagerie, de protéomique et de biologie moléculaire), mais aussi des phytopathologistes (spécialisés dans les mécanismes de signalisation cellulaire) et des biologistes des membranes (spécialisés dans les microdomaines), compartiment cellulaire clé comme première interface dans les interactions plantes-microorganismes. Les compétences sont réunies pour décrire les équilibres (voies de signalisation, programmes cellulaires) subtils entre compatibilité (symbiose, maladie) et incompatibilité (défense, résistance), et les rôles joués par les membranes dans ces équilibres.

- Points forts et opportunités :

Sur un plan cognitif, un des enjeux actuels est de comprendre ce qui distingue fondamentalement les interactions plante-microorganisme symbiotiques et pathogènes. Il faut pour cela comprendre les rôles joués par les interfaces membranaires et les voies de signalisation impliquées. Etant données les compétences scientifiques qu'elle réunit, son rayonnement internationale et son attractivité, l'UMR PME est particulièrement bien placée pour relever ce défi. Le dynamisme qui la caractérise et l'intérêt qu'elle porte aux valorisations industrielles et agronomiques de ses recherches, font qu'elle devrait jouer un rôle majeur pour relever un autre défi, celui de développer des procédés permettant de réduire l'utilisation des engrais et des pesticides chimiques.

- Points à améliorer et risques :

Il semble que l'unité ait sous exploité certaines possibilités de synergie entre les savoir-faire et compétences présentes et entre certaines des questions biologiques posées. Cela tient sans doute à la structuration récente de l'unité en 4 opérations, et aux transpositions difficiles à faire entre les modèles cellulaires utilisés par les opérations 2 et 3 (cellules de tabac) et les modèles plus intégrés (Medicago) utilisés par l'opération 1.

- Recommandations :

Un effort pour focaliser certaines des recherches de l'unité (notamment celles de l'opération 1), pour croiser/intégrer davantage les domaines de compétence des opérations 1, 2 et 3 et pour utiliser des modèles biologiques transversaux (Medicago ?) permettrait d'améliorer encore le niveau scientifique et l'originalité des connaissances produites par l'unité. Le comité constate que les projets de nature plus fondamentale portés par les équipes de PME sont d'une qualité suffisante pour mériter un soutien fort aussi bien au niveau local que national. En particulier la qualité des thématiques principales justifie pleinement le maintien demandé d'une labellisation CNRS.



- Intitulé de l'équipe et nom du responsable :

Equipe Associée 562 Interactions Muqueuses-Agents Transmissibles (LIMA)

Directeur d'Unité : Alain BONNIN

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

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	12	N/A
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0	N/A
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	6	N/A
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1	N/A
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1,75	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	5	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	N/A

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Le laboratoire « interaction muqueuses-agents transmissibles » (LIMA-EA 562) est dirigé par le Professeur Alain BONNIN, PU-PH, Chef du service de Parasitologie du CHU de Dijon. Cette EA regroupe 18 enseignants chercheurs, 5 doctorants rattachés à l'Université de Bourgogne et une technicienne de recherche. Le LIMA est structuré physiquement et fonctionnellement autour d'équipes essentiellement hospitalo-universitaires, de différents horizons expliquant le morcellement du bilan scientifique et des activités sans réel point d'union. La difficulté rencontrée dans la construction d'une culture d'équipe et la diversité des projets scientifiques menés dans le passé conduisent cette EA à vouloir se restructurer pour le prochain quadriennal.

1. Thème physiopathologie - Interactions muqueuses. Les études de phylogénies et phénotypiques lors d'hématopathie ne montrent aucune relation entre clonalité des populations de *C albicans* (microsatellites DNA) et les génotypes des souches chez les patients. Les travaux sur la muqueuse respiratoire entre fragilités épithéliales et pathogénèse dans les infections pneumococciques et les contrôles cytokiniques ont été réalisés lors d'un doctorat et un master. Deux étudiants en master ont travaillé sur les enzymes lytiques [eg. hyaluronidase, neuraminidase] lors de l'infection de l'arbre respiratoire par *S pneumoniae*.

2. Les mécanismes moléculaires de résistance aux antibiotiques : L'équipe dirigée par P Chavanet a évalué un système " lapin " pour les pharmacocinétiques des antibiotiques. La bonne corrélation avec les études cliniques chez l'homme a conduit à créer VIVEXIA, une start-up employant ce jour 3 personnes.

3. Le diagnostic biologique des infections par électrochimie en partenariat avec Argène - société de diagnostic moléculaire reconnue dans la profession - a conduit à plusieurs publications spécialisées avec un bon IF et un dépôt de brevet pour la quantification de PCR en relation avec une thèse de Docteur-Ingénieur. (<http://www.elice.fr/leo.html>). Cette activité, bien qu'éloignée de la thématique de l'équipe, a été productive et originale sans que l'on puisse avec les données présentées juger de sa pertinence et des perspectives. En terme de diagnostic l'unité a également étudié la valeur de la pro calcitonine comme marqueur d'infectivité des candidoses lors du sepsis et génotypé les virus responsables de gastro-entérites au niveau national par l'intermédiaire du CNR, ces activités conduisant à 4 publications.



4. Microbiologie environnementale et risques hydriques et aériens aussi bien en zone tropicale avec les virus entériques que pour la surveillance locale d'isolats fongiques. Le génotypage de *Cryptosporidium* a été réalisé au décours d'une épidémie de gastroentérite en Bourgogne. L'évaluation du risque fongique par contamination aérienne intra-hospitalière et la capacité de réduction de ce risque par le système "Plasmair" a été étudié dans le cadre d'un Programme Hospitalier de Recherche Clinique. Deux projets sur les pathogènes des sols ont été initiés. Un concerne la relation entre les pratiques d'élevage et le risque d'infections humaines par des bactéries résistantes aux antibiotiques. Le second porte sur la survie dans le milieu extérieur de *C. albicans*. Cette activité a permis 7 publications.

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

Les ressources humaines du LIMA restent dépendantes du CHU. En 2008, l'unité s'est installée dans un laboratoire spécifique de 550 m<sup>2</sup>, qu'il a fallu ré-équiper. Pour cela 100 keuros ont été obtenus (2008-2009) avec la dotation quadriennale et 300 keuro de l'ANR (40%), du Conseil Régional de Bourgogne (39%) et autres (21%, contrats), correspondant à l'ensemble des ressources propres de l'unité (y compris celles de ré-équipement). Le LIMA ne dispose pas d'encadrement administratif et de gestion.

Le LIMA-EA 562 dispose d'une bonne visibilité locale et est très impliqué en recherche clinique avec les activités hospitalo-universitaires de ses membres. La production scientifique de l'unité a été correcte, tirée vers les revues à indice élevé par les publications de l'activité diagnostique. Deux membres du groupe ont obtenu leur HDR depuis la dernière évaluation, une troisième est en cours. L'unité n'a accueilli aucun post doctorant mais a reçu 5 doctorants financés par une allocation doctorale ministérielle (1 cas) ou dans le cadre de leurs fonctions Hospitalo-Universitaires de Chef de Clinique Assistant (CCA) ou Assistant Hospitalo-Universitaire en Biologie (AHU) dans 4 cas.

Au total, en raison de l'ensemble de ses collaborations, de sa production scientifique et des financements obtenus, le LIMA dispose d'une assise régionale et d'une reconnaissance nationale certaines, la visibilité internationale demeurant encore en devenir.

- **Appréciation sur la stratégie scientifique et le projet:**

L'activité scientifique du LIMA a manqué de focalisation lors de ce contrat quadriennal de l'avis même de son responsable. En réponse à cette situation, l'équipe propose pour le futur de se focaliser sur :

- la microbiologie de l'environnement et son impact sur la santé humaine
- les phénomènes adaptatifs qui régissent le passage des souches commensales vers la pathogénicité.

L'objectif de ce projet est une meilleure connaissance de l'impact en santé humaine de la circulation des micro-organismes dans l'environnement agricole. La mise en place de ce projet nécessite donc une restructuration majeure de l'EA. Ce projet fera appel à des compétences propres au LIMA avec un renfort de chercheurs confirmés originaires de différents horizons. Inversement certains membres du LIMA comme ceux la bactériologie médicale s'orienteront vers une nouvelle EA.

Afin de mener ce projet, LIMA propose de se rapprocher des équipes de recherches de l'INRA et d'AgroSup afin d'étudier sur la base des bibliothèques de sol déjà constituées la prévalence des pathogènes humains présent dans les sols du territoire. L'accès à la bibliothèque des prélèvements nationaux en collaboration avec les microbiologistes de MSE permettra par biologie moléculaire et phénotypage d'apprécier la circulation de ces pathogènes et leur sensibilité aux antibiotiques. LIMA souhaite également poursuivre ses recherches physiopathologiques sur les modèles *in vitro* et *in vivo* souris et lapin.

Ce projet original est soutenu par la majorité de l'EA et est soutenu par le partenaire INRA. L'existence d'une seule école doctorale des sciences de la vie à l'UB facilite cette alliance entre médecine et agronomie-écologie. Il existe peu de projets de ce type sur l'épidémiologie moléculaire des sols et les collaborations déjà initiées lors du quadriennal précédent permettent d'envisager ce projet avec sérénité. Toutefois, la partie du projet dite « phénomènes adaptatifs » mériterait un approfondissement et une certaine focalisation au risque de poursuivre la relative dispersion antérieure déjà signalée. Enfin le passage d'une EA vers une intégration dans un EPST doit être accompagné par les différentes parties pour le soutien humain et technique, pour éviter un risque de dilution de cette recherche médicale.



- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

L'équipe s'est constituée récemment et souffre encore d'une certaine dispersion thématique. Cela est clairement dû au contexte hospitalo-universitaire qui génère des dynamiques de recherche différentes de celles du secteur plus académique. La situation devrait s'améliorer à fur et à mesure du démarrage de la TGU et de la participation à l'élaboration du concept d'agroécologie. Le nouveau projet scientifique proposé est original et ambitieux et débouchera probablement sur des connaissances dans un domaine en pleine expansion, celui du lien entre environnement et santé, et sur le développement de nouvelles technologies. Ce projet est bien intégré localement, cohérent avec la politique scientifique générale de l'Université et du Centre hospitalo-universitaire.

- Points forts et opportunités :

Les points forts du LIMA sont:

- Une expérience et une expertise sur des domaines de la microbiologie peu exploités par les autres équipes de la future TGU.
- Une coopération interdisciplinaire effective avec la communauté médicale et l'industrie.
- Une capacité à se mobiliser sur des problèmes de santé publique qui constitueront une des particularités positives de la future TGU.
- Un bon investissement dans la formation en maîtrise et doctorat.
- le maintien des relations fortes avec la biologie médicale et la clinique.

- Points à améliorer et risques :

Peu d'équipe françaises sont spécialisées dans les pathologies opportunistes. Intégrer cette spécificité dans un ensemble de thèmes plus environnementaux que médicaux peut conduire à une certaine perte de visibilité des compétences médicales du LIMA. Le pôle MERS est encouragé à mieux intégrer le travail ses membres en interne, et à mieux ancrer ses programmes dans des modèles d'exposition aux risques sanitaires basés sur des approches expérimentales validées. Il faut veiller à ce que le cadre d'évaluation des risques soit compatible avec les exigences des autorités en charge de la gestion du risque (InVs, INRS, CNB, ADEME, INERIS...). En outre, les hypothèses concernant la façon de gérer le risque doivent être intégrées dans le plan expérimental. Suivre ces recommandations permettrait:

- d'améliorer la visibilité internationale de MERS;
- d'attirer des post doctorants;
- d'accroître l'activité de publication et la qualité des revues utilisées ;
- de réduire une certaine dispersion du projet de recherché.

Enfin s'il est pertinent et original d'associer la microbiologie médicale à la microbiologie environnementale dans une TGU d'agroécologie, il faut prendre soin de ne pas diluer l'intérêt de la recherche à finalité médicale dans une nouvelle structure à objectifs très larges. L'objectif du pôle MERS est en ce sens un véritable défi, qui mérite d'être relevé.



Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
<b>AGROÉCOLOGIE</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
LIMA: LABORATOIRE INTERACTIONS MUQUEUSE-AGENTS TRANSMISSIBLES [LEMANCEAU-BONNIN]	A	C	Non noté	A	A
PME: PLANTE MICROBE ENVIRONNEMENT [LEMANCEAU-GIANINAZZI-PEARSON]	A	A+	Non noté	A	A
MSE: MICROBIOLOGIE DU SOL ET DE L'ENVIRONNEMENT [LEMANCEAU-LEMANCEAU]	A+	A	Non noté	A	A
BGA: BIOLOGIE ET GESTION DES ADVENTICES [LEMANCEAU-REBOUD]	A+	A	Non noté	A+	A+
LEG: GÉNÉTIQUE ET ECOPHYSIOLOGIE DES LÉGUMINEUSES À GRAINES [LEMANCEAU-THOMPSON]	A	A	Non noté	A+	A

**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
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>59</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>29</b>	<b>239</b>
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

La Présidente

à

Monsieur Pierre GLORIEUX  
AERES  
Directeur de la section des unités de  
recherche  
20 rue Vivienne  
75002 Paris

*Dossier suivi par :*  
Véronique SOUBZMAGNE  
Responsable du Pôle Recherche  
[Veronique.Soubzmagne@u-bourgogne.fr](mailto:Veronique.Soubzmagne@u-bourgogne.fr)

Dijon, le 15 avril 2011

**Objet : Evaluation AERES - S2UR120001818 - Agroécologie - 0211237F**

Monsieur le Directeur,

Je vous remercie de l'envoi du rapport d'évaluation comportant un avis globalement très positif sur le projet d'UMR « Agroécologie Dijon » qui associe l'université de Bourgogne, AgroSup Dijon, l'INRA et le CNRS et vous prie de bien vouloir trouver ci-après les observations formulées par son Directeur, Monsieur Philippe Lemanceau. Je vous remercie également du bon déroulement de cette évaluation avec l'appui d'un délégué très attentif et très efficace et des experts très impliqués.

Je tiens par ailleurs à saluer, au nom des tutelles, l'ensemble du travail réalisé afin d'aboutir, en s'appuyant sur la qualité des équipes existantes, à l'élaboration d'un projet dont le Comité de visite souligne le fort potentiel d'innovation scientifique tant dans ses aspects conceptuels que techniques. Cette appréciation est de très bonne augure pour tirer le meilleur parti des plateformes techniques (Génosol, phénotypage haut débit, ressources biologiques...).

Je souscris à la recommandation relative au maintien d'un lien formalisé avec le CNRS. Dans cette perspective, il conviendra que nous engagions, aux côtés de la direction du laboratoire « Agroécologie Dijon », une réflexion conjointe avec le CNRS sur le type de partenariat à mettre en place.

Je tiens enfin à réaffirmer le soutien de l'ensemble des tutelles à cette unité de recherche qui occupe une place prépondérante dans le Groupement d'Intérêt Scientifique « Agrale » au sein du Campus Dijonnais et dans les projets « Investissements d'Avenir » du PRES Bourgogne Franche-Comté.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de toute ma considération.

Sophie BÉJEAN





Institut National de la Recherche Agronomique



Unités de Recherche  
**UMR 1210 Biologie et Gestion des Adventices**  
**EA 562 Laboratoire Interactions Muqueuses-Agents transmissibles**  
**UMR 0102 Génétique et Ecophysiologie des Légumineuses à Graines**  
**UMR 1229 Microbiologie du Sol et de l'Environnement**  
**UMR 1088 Plante-Microbe-Environnement**

Dijon, le 15 avril 2011

Nous remercions le comité de visite et l'AERES pour l'évaluation des Unités BGA, LEG, LIMA, MSE, PME et du projet d'UMR Agroécologie. Nous apprécions en particulier que la Commission ait bien perçu et mis en exergue l'ambition et la pertinence du projet sur les bases solides que constituent les Unités s'associant au projet d'UMR. Nous sommes reconnaissants pour le travail d'analyse approfondie et pour les suggestions formulées dont nous tiendrons le plus grand compte pour poursuivre le travail de construction entrepris.

Philippe Lemanceau

**Adresse Postale :**

**INRA - UMR 1229 MSE – 17 rue Sully – BP 86510 – 21065 Dijon Cedex – France**

**Tel : +33 (0)3 80 69 30 56 – Fax : +33 (0)3 80 69 32 24**

**Email : philippe.lemanceau@dijon.inra.fr**