



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :  
Laboratoire Agronomie Environnement  
(UMR INRA-INPL 1121 Nancy-Colmar)  
sous tutelle des  
établissements et organismes :  
Université de Lorraine  
INRA



Février 2012



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

Section des Unités de recherche

Le Président de l'AERES

**Didier Houssin**

---

Section des Unités  
de recherche

*Le Directeur*

**Pierre Glaudes**

---



## Unité

Nom de l'unité :	Laboratoire Agronomie Environnement
Acronyme de l'unité :	LAE
Label demandé :	UMR
N° actuel :	UMR - 1121
Nom du directeur (2007-2011) :	M. Frédéric BOURGAUD
Nom du porteur de projet (2013-2017) :	M. Frédéric BOURGAUD

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Jacques WERY, Montpellier
Experts :	M. Paolo BARBERI, Pise, Italie
	M. Grégory LOUCOGARAY, Grenoble
	M. Pascal MIRLEAU, Marseille
	M <sup>me</sup> Claude PLASSARD, Montpellier
	M. Benoit ST-PIERRE, Tours
	M. Pierre-Louis TEISSEDRE, Bordeaux (représentant du CNU)

## Représentants présents lors de la visite

### Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean Loup NOTTEGHEM

### Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Pierre ARCHAMBAULT, Nancy, Université de Lorraine

M. Guy RICHARD, Orléans, INRA



# Rapport

## 1 • Introduction

### Date et déroulement de la visite :

La visite sur site du comité s'est déroulée à Nancy le 14 Février 2012 de 8h00 à 16h30, sur le site de l'INPL à Nancy. Elle a été consacrée à des présentations orales et des discussions en complément du rapport, à la rencontre des différentes catégories de personnels, à une discussion avec les représentants des tutelles de l'unité et à une réunion de travail de la commission pour identifier les grandes lignes et la méthode de rédaction du rapport. Cette visite s'est déroulée dans d'excellentes conditions, elle avait été très bien préparée par l'unité.

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

L'UMR Laboratoire Agronomie et Environnement (LAE) a été créée le 1er janvier 2001, par la fusion du laboratoire « Agronomie et Environnement » (unité de l'INPL-ENSAIA de Nancy associée à l'INRA depuis 1987) et du Laboratoire d'Agronomie de l'INRA de Colmar. Elle regroupe ainsi des équipes situées sur Nancy et sur Colmar (uniquement des agents INRA dans ce cas). Elle a été évaluée dans cette configuration deux fois depuis 2001 et le directeur actuel a été nommé au 1 Janvier 2009.

L'unité conduit des programmes de recherche dans le domaine du fonctionnement des plantes, des prairies et des systèmes de production végétale, en s'intéressant aux conséquences agronomiques et environnementales de ce fonctionnement. Elle regroupe des scientifiques des disciplines suivantes : écophysiologie végétale, biologie végétale, écologie, agronomie. Sur la période du bilan, le LAE était organisé en 3 équipes de recherche :

- Equipe Métabolisme Secondaire s'intéressant à la compréhension du métabolisme de certains polyphénols impliqués dans des processus de défense chez les végétaux.
- Equipe Agriculture Durable visant à comprendre et modéliser les relations entre biodiversité et gestion des milieux (cultures, prairies et bords de parcelles), et à mettre au point des méthodes et outils d'évaluation des impacts environnementaux des pratiques agricoles sur la biodiversité, sous forme d'indicateurs.
- Equipe Rhizosphère travaillant à la compréhension et la quantification des flux de minéralisation/immobilisation du soufre, au travers de la caractérisation du rôle des communautés microbiennes impliquées dans ces processus.

Cette dernière équipe a été dissoute en 2010, après une analyse interne ayant conduit au constat d'une impossibilité de réorganiser son animation et son fonctionnement collectif. Les personnels de cette équipe sont aujourd'hui bien intégrés dans les deux autres équipes sur lesquelles s'est bâti le projet de l'UMR pour le prochain quadriennal.

### Equipe de Direction :

Le directeur est M. Frédéric BOURGAUD (professeur à l'INPL-ENSAIA), assisté de M. Sylvain PLANTUREUX (également professeur à l'INPL-ENSAIA), directeur-adjoint et du second directeur adjoint M. Christian BOCKSTALLER, IR INRA, également animateur de l'équipe Agriculture Durable. M. Frédéric BOURGAUD est par ailleurs animateur de l'équipe Métabolisme Secondaire.

### Effectifs de l'unité :

Le LAE repose sur 26 permanents issus pour les ¾ de l'université (Université de Lorraine depuis le 01/01/2012) et pour ¼ de l'Inra et accueille 7 scientifiques (d'une entreprise et d'une association de développement agricole), une quinzaine de doctorants, post-doctorants et CDD et une dizaine de stagiaires de niveaux M1 et M2.



Effectifs de l'unité :

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	8	8	7
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	3	2	2
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	1	0	0
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	15	14	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	1		
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1		
<b>N7</b> : Doctorants	9		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	11		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	2		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	6	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>38</b>	<b>24</b>	<b>9</b>

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1<sup>er</sup> janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité:

L'UMR LAE est une unité de taille modeste composée de deux équipes, dont une résultant de la fusion en 2010 de deux équipes, travaillant chacune sur une problématique spécifique avec une approche spécifique. Pour cette raison ce rapport est structuré autour de l'analyse détaillée de chaque équipe. Chacune de ces équipes travaille dans un domaine pertinent tant au plan scientifique qu'en matière d'enjeux pour l'intensification écologique de l'agriculture. Ces équipes ont un bon à très bon niveau de publication scientifique dans leurs domaines respectifs. Les deux équipes qui sont maintenues dans le cadre du projet de l'unité ont une forte visibilité nationale et internationale qui se traduit par une bonne attractivité au plan international et une très bonne insertion dans le pôle régional et les stratégies nationales des organismes de tutelle. L'analyse du comité d'experts rejoint celle de la direction de l'unité sur le fait qu'il serait difficile et probablement contre-productif de forcer à la transversalité entre ces équipes au-delà des échanges déjà mis en place au plan technique et de l'animation scientifique (réunions d'équipe et de direction régulières, séminaires d'unité organisés autour de la présentation des travaux des étudiants et post doctorants). Il ressort des entretiens avec les différentes catégories de personnel l'impression d'une unité bien gérée, sans tension où les équipes sont le lieu principal de vie, d'identification des agents et de définition de la stratégie scientifique et partenariale.

### Points forts et opportunités :

L'unité travaille sur deux grandes thématiques scientifiques (agro-écologie et analyse intégrée du métabolisme des composés secondaires des plantes) qui répondent bien aux enjeux finalisés de leurs institutions de tutelle et qui sont abordées de manière originale au plan national et international.

La production scientifique est soutenue (62 ACL en 5 ans et pour 17 scientifiques (dont 9 EC) ce qui représente 1,6 ACL/ETP/an) et de bon à très bon niveau dans les domaines spécifiques couverts par chacune des équipes.

L'unité a une forte culture et une activité notable de valorisation dans le domaine industriel (équipe métabolisme secondaire, avec création d'une entreprise, Plant advanced biotechnologies qui emploie 15 personnes et qui est partiellement hébergée par l'unité) et dans le domaine agro-environnemental (équipe Agriculture Durable, avec création d'un outil d'évaluation des systèmes de culture, INDIGO® largement utilisé en France).

Le projet de l'unité est solide car il est construit sur les forces de deux des équipes, en s'appuyant sur les compétences et les démarches qui ont fait le succès de ces équipes dans le passé, tout en opérant une ré-orientation thématique notable (pour l'équipe Métabolisme Secondaire) et forte pour l'équipe Agriculture Durable. Ces évolutions sont justifiées au plan scientifique et permettent au personnel de l'équipe fusionnée de se réorienter rapidement.

L'unité est très bien insérée dans la dynamique régionale, aussi bien pour la formation (formations d'ingénieurs et de master dont les enseignants du LAE ont la responsabilité) que pour la recherche. Elle est soutenue par l'université et par l'Inra dans les orientations scientifiques de chaque équipe et leur apport à des réseaux d'unités travaillant en écophysiologie/physiologie des plantes et agroécologie des prairies.

### Points à améliorer et risques :

L'amélioration du niveau de production scientifique (nombre, distribution au sein des scientifiques, revues plus généralistes) doit rester un objectif, notamment pour l'équipe Agriculture Durable.

Le projet de l'unité est ambitieux mais il supposera des arbitrages pour tenir compte des moyens humains au plan scientifique, technique et administratif. Les spécificités fortes de chaque équipe au plan des objets et des méthodes, la séparation sur deux sites distants (Nancy et Colmar) et la forte croissance des effectifs de l'unité par des non permanents vont accentuer une surcharge déjà perceptible pour les techniciens et les administratifs. Les équipements peuvent également devenir limitants pour ce projet compte-tenu de leur vétusté (serres/phytotrons).

La surcharge d'enseignement pour les Enseignants-chercheurs, si elle est classique dans les écoles d'ingénieurs, mérite aussi une attention particulière et des arbitrages, dans l'intérêt des personnes concernées mais aussi de la faisabilité du projet scientifique compte-tenu de la part dominante des EC dans les effectifs scientifiques permanents de l'unité (9 EC pour 8 chercheurs et ingénieurs).



Le devenir du site de Colmar (sur lequel se trouvent 6 personnes de l'équipe Agriculture Durable, dont l'animateur et la gestionnaire) pose question. Ce point, déjà souligné lors de la précédente évaluation, a été pris en compte au sein de l'unité en restructurant l'équipe AD pour qu'elle puisse fonctionner autour d'un projet commun avec les moyens et compétences situées sur chacun des sites. Mais les contraintes matérielles restent réelles sur deux sites aussi distants et les priorités affichées par l'équipe en matière de systèmes de culture (prairies) et celles du centre (plutôt sur vigne) ne sont pas convergentes.

#### Recommandations :

Au-delà des recommandations spécifiques faites pour chaque équipe dans la suite de ce rapport, l'unité a configuré son projet pour permettre à l'ensemble de fonctionner en privilégiant l'activité, la production scientifique et la valorisation dans chacun des domaines couverts par chaque équipe. C'est une approche pragmatique mais qui aura des effets centrifuges en terme de réseaux, de compétences et de moyens à rechercher. La mise en adéquation du projet et des moyens imposera par ailleurs des choix dans les projets encore très larges de chacune des équipes, ce qui pourrait éloigner encore les deux équipes. Au cours du prochain quadriennal, il conviendra d'analyser si ces deux équipes construiront davantage de transversalités ou au contraire se positionneront délibérément dans des trajectoires séparées tenant compte des dynamiques au sein du pôle, dans les domaines de chaque équipe.



### 3 • Appréciations détaillées

Cette unité répond à une logique de regroupement de 8 enseignants chercheurs de l'INPL-ENSAIA du domaine végétal qui enseignent pour les uns la physiologie des plantes et pour les autres l'agronomie. Ces enseignants sont associés à 9 chercheurs et ingénieurs produisant de l'INRA et accueillent du personnel de société de statut privé qui sont nées au sein de l'unité. Cet ensemble a judicieusement centré ses activités de recherche autour de deux thématiques qui rassemblent des ensembles numériquement crédibles, sur la synthèse des métabolites secondaires pour les uns et de l'agroécologie pour les autres. Compte tenu des spécificités de chacune des deux équipes au plan des objets et des démarches de recherche, l'analyse détaillée ne serait pas pertinente à l'échelle de l'unité et est renvoyée au sein de chaque équipe. Seul l'aspect gouvernance de l'unité fait l'objet d'une analyse globale plus détaillée ci-dessous.

#### Appréciation sur la gouvernance et la vie de l'unité:

La direction d'une unité regroupant deux équipes qui travaillent sur des thématiques éloignées sur les plans scientifiques, appliqués et des moyens de recherche, est une tâche difficile, d'autant plus que les activités de l'équipe AD sont réparties sur deux sites, Nancy et Colmar. Par ailleurs, l'unité a dû gérer la disparition de l'équipe rhizosphère et la réaffectation du personnel aux deux équipes maintenues. Cette évolution a été gérée sur la base des choix individuels et est en voie d'achèvement dans la sérénité.

Le directeur est assisté de deux directeurs-adjoints, M. Sylvain PLANTUREUX (également professeur à l'INPL-ENSAIA), et M. Christian BOCKSTALLER (IR INRA), basé à Colmar et également animateur de l'équipe Agriculture Durable. Le directeur est aussi l'animateur de l'équipe Métabolisme Secondaire. L'équipe de direction organise une assemblée générale annuelle pour les personnels des deux sites, une réunion mensuelle du conseil de service sur Nancy et une réunion mensuelle de site sur Colmar. Des réunions occasionnelles des techniciens et gestionnaires d'unités sont également organisées. Les décisions s'appuient sur ces différentes réunions et la ligne directrice est une répartition équilibrée des demandes de moyens pour les deux équipes.

Les doctorants et post doctorants rencontrent régulièrement leurs directeurs de thèse et participent à une animation scientifique commune aux deux équipes par la présentation de leurs résultats intermédiaires. Cependant les étudiants en thèse sont relativement isolés sur leurs thématiques scientifiques et la direction devra veiller à utiliser le maximum de possibilités afin d'améliorer cette situation.

Un équilibre a été trouvé entre animation scientifique de l'unité et animation intra-équipe.

La démarche d'analyse des risques professionnels a suivi la démarche OPPI de l'INRA et l'unité a investi dans des équipements visant à améliorer la sécurité.

La démarche qualité a été mise en place avec une base documentaire intranet et le développement de la métrologie pour vérifier le fonctionnement des appareils.

Un effort très important a été fait pour l'acquisition d'équipements performants et récents pour les analyses structurales et métaboliques, un ingénieur assure le fonctionnement d'une plate-forme, commune au LAE et à d'autres unités de Nancy ainsi qu'à une société privée sous contrat. Il est envisagé de compléter l'équipement de la plate-forme, déjà très opérationnelle. Par ailleurs, les chercheurs ont accès à la plate-forme d'imagerie confocale de l'IFR 110, auquel appartient l'unité ainsi qu'à l'appareil RMN de la faculté des sciences de Nancy. La politique d'acquisition d'équipement a été efficace. L'inquiétude actuelle concerne les serres et chambres de culture, qui sont anciennes et auraient besoin d'être renouvelées, alors qu'elles apparaissent indispensables aux divers projets de l'équipe Métabolisme Secondaire.

En conclusion le LAE apparaît comme une unité bien gérée et sans tension. Les équipes sont le lieu principal de vie, d'identification des agents et de définition de la stratégie scientifique et partenariale. Les décisions qui concernent l'unité sont prises en concertation avec l'ensemble des composantes de l'unité ce qui satisfait l'ensemble du personnel.





## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Métabolisme Secondaire

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

**Effectifs :**

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	2	2	2
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	2	2	2
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs			
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	4	6	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	1		
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1		
<b>N7</b> : Doctorants	5		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	4		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	1		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>4</b>

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1<sup>er</sup> janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les recherches de l'équipe sur le métabolisme secondaire sont originales et concernent l'adaptation des plantes aux contraintes environnementales. Deux volets sont abordés : la plante en interaction avec son environnement (approche d'écophysiologie) et les voies de biosynthèse des métabolites secondaires (approches de physiologie moléculaire). En particulier, la caractérisation fonctionnelle d'enzymes et de gènes impliqués dans ces synthèses est menée pour mieux comprendre le fonctionnement de la plante agressée (régulation transcriptionnelle et enzymatique). Les résultats obtenus apportent également des avancées sur l'effet de contraintes abiotiques concernant la synthèse de certains polyphénols. En particulier on retiendra 4 résultats majeurs avec :

- les premières caractérisations fonctionnelles de cytochrome P450 de la voie de synthèse des furocoumarines ayant conduit à 3 articles,

- l'élucidation d'enzymes de la voie de synthèse de l'acide chlorogénique chez l'artichaut qui a produit 2 articles,

- l'Impact de la nutrition azotée sur la teneur en polyphénols des parties végétatives et des fruits de tomate, avec une proposition de modèle caractérisant les liens entre l'accumulation de composés phénoliques (métabolisme secondaire) et la croissance (métabolisme primaire) d'un jeune plant de tomate (5 articles),

- la mise au point d'une nouvelle plateforme de production de protéines recombinantes végétales à partir de plantes carnivores pour obtenir des protéines à portée thérapeutique. On notera que la première protéine recombinante produite est l'interféron  $\gamma$  humain (1 brevet et 1 article).

La production scientifique est de très bonne qualité (15 publications dans des journaux internationaux à comité de lecture avec des impacts scientifiques exceptionnels ou excellents (ex : The Plant Journal, Journal of Biological Chemistry, Journal of Experimental Botany, BMC Plant Biology, Journal of Agricultural and Food Chemistry, ...). Le nombre de doctorants de l'équipe ayant soutenu au cours de la période évaluée est de 4. Les actes à comité de lecture sont au nombre de 8 et l'équipe a également obtenu 2 brevets. Les Enseignants-chercheurs et Chercheurs de l'équipe sont tous producteurs. Cependant, si plusieurs facteurs comme la limitation en nitrate, la température et la lumière ont pu être testés dans les contraintes environnementales sur la qualité du fruit, on pourra regretter que le stress hydrique n'ait pas pu être pris en compte dans les travaux.

### Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

L'équipe possède un bon équipement analytique quelle souhaite renforcer et dispose d'un accès à une plateforme d'analyse moléculaire structurale (RMN et Spectrométrie de Masse). Les recherches sont actuellement bien valorisées avec 3 brevets qui ont été obtenus sur : -un procédé de production de métabolites à partir de végétaux en culture hors-sol, -un procédé pour la production de protéines recombinantes végétales utilisant des plantes carnivores, -un procédé de régénération de plantes entières du genre Népenthès à partir de cals de cellules indifférenciées. L'équipe a obtenu plusieurs contrats (SAARLORBIOTEC avec l'Union Européenne, BIOPROLOR avec la Région Lorraine, et un contrat privé sur les nouvelles protéines recombinantes végétales avec PAT (Plant Advanced Technologies, entreprise « spin-off » de l'équipe) illustrant la participation de l'équipe à des projets de recherche collaboratifs. On notera également que 2 contrats de thèses CIFRE ont été obtenus. L'équipe possède de bonnes capacités à obtenir des financements et à répondre à des appels d'offres. PAT s'est associé à l'UMR LAE pour développer une plateforme de production de protéines recombinantes.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

Plusieurs faits illustrant le rayonnement de l'équipe sont à noter : Le directeur a obtenu le prix du chercheur de l'année 2007 en Lorraine, décerné par « le nouvel économiste » et le Grand prix de l'innovation INPI en Lorraine en décembre 2010 au titre de l'invention du nouveau procédé de production de protéines recombinantes à partir de plantes carnivores génétiquement modifiées. Le trophée du Réseau Curie 2011 a été remis au projet « plante à traire », le distinguant comme « une des 10 plus belles histoires de transfert de technologie ». L'équipe a obtenu deux invitations en tant que conférencier en 2008 et 2010. Les collaborations internationales et nationales sont un point fort de l'équipe. Plusieurs collaborations de recherche suivies existent, notamment sur les furanocoumarines avec deux équipes allemandes de l'Université de Marburg et du Max Planck Institut für Chemische Ökologie de Jena. Deux autres collaborations actives (avec échanges de doctorants et chercheurs) ont été initiées avec l'Université de Kobe et l'Université de Kyoto sur la caractérisation de la p-coumaroyl-CoA 2 hydroxylase et les umbelliferone 6 et 8 prényltransférases. Un chercheur japonais du National Institut for Agro-Environmental Sciences de Tsukuba (NIAES,



Japon) a rejoint le LAE pour une période sabbatique de 1 an pour contribuer aux recherches. D'autres collaborations avec l'Université de Copenhague (Danemark) pour la caractérisation de CYP71AJ5 et l'Université de Gdansk (Pologne) sur la diversité génétique et le contrôle transcriptionnel de la synthèse des coumarines par divers écotypes d'*Arabidopsis* sont actives. Une collaboration avec l'Université de Turin (Italie) sur les acides phénoliques de l'artichaut, s'est renforcée avec le démarrage d'une thèse co-encadrée et l'accueil d'un post doctorant italien pour une année. Des collaborations ont été mises en place sur (i) le déterminisme environnemental de l'accumulation des composés phénoliques dans les tissus végétaux, en interaction avec l'INRA d'Avignon (UR PSH), avec 2 thèses co-dirigées, plusieurs articles communs, et des projets de recherche co-déposés (ANR, projets innovants INRA-EA...); (ii) la modélisation biochimique de la voie de synthèse des composés phénoliques avec le laboratoire de Biologie du Fruit de l'INRA de Bordeaux (dépôt d'une ANR commune en 2011). Enfin, une collaboration avec l'université de Stavanger (Norvège) avec échange de doctorants et de chercheurs a eu lieu sur la caractérisation fonctionnelle d'enzymes et l'impact de la limitation en nitrate sur l'accumulation de composés phénoliques chez la tomate. L'équipe possède une grande capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau étrangers et participe à des programmes internationaux ou nationaux. L'équipe est dynamique et elle s'est renforcée récemment avec un recrutement en CR et la mobilité interne d'un DR.

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

Le projet de recherche est original et porte sur la plante agressée par des facteurs biotiques et abiotiques : comment le métabolisme secondaire peut-il contribuer à la résistance/tolérance des végétaux en conditions agronomiques apparaît être la question centrale du projet. Le projet global intégrant les approches écophysiologiques et moléculaires sera développé sur la tomate, mais il est prévu que d'autres espèces végétales soient également étudiées. Il apparaît souhaitable de prioriser le choix de ces espèces en fonction des questions scientifiques et du potentiel d'application. L'équipe devra préciser ses ambitions en matière d'application de ses résultats à la mise en œuvre de l'intensification écologique dans les systèmes de culture, cette dernière étant annoncée mais plutôt traitée à travers des collaborations avec d'autres unités de recherche.

Le projet de recherche se décline en 2 volets en interaction : -(i) caractérisation moléculaire de voies du métabolisme secondaire, et (ii)-impact de l'environnement sur le fonctionnement de la plante agressée. Les objectifs du premier volet sont de mieux comprendre le déterminisme enzymatique et moléculaire de la synthèse de certains composés phénoliques (furocoumarines, dérivés de l'acide chlorogénique) en insistant sur les composés qui ont un rôle connu dans la résistance à des bioagresseurs. Les connaissances acquises sur l'élaboration de telles substances seront utilisées dans des démarches de modélisation biochimique sur le modèle tomate. Une application dans le domaine de l'ingénierie métabolique avec un partenariat industriel est prévue. Pour le deuxième volet, il s'agira de comprendre les processus de régulation de la synthèse de composés secondaires par l'environnement biotique (attaque de bioagresseurs) et abiotique (variations de la nutrition azotée et de l'alimentation en eau) de la plante. Les réponses de la plante après l'agression (expression de gènes, molécules signal, élicitation, voies métaboliques impliquées) jusqu'à l'élaboration de la matière sèche de la plante seront étudiées.

Le projet est centré sur la tomate et deux bioagresseurs modèles : un insecte herbivore émergent, *Tuta absoluta* (lépidoptère invasif), pour lequel il n'existe pas de moyens de lutte et un champignon parasite nécrotrophe, *Botrytis cinerea*, dont les mécanismes d'action et les moyens de lutte via la nutrition de la plante restent à élucider. Sur le pathosystème *Tuta*, les données obtenues devront contribuer à abonder un modèle structure-fonction au sein de la plateforme Open Alea, capable de simuler les réactions de la plante à l'agression du parasite (modèle PlaNet-tomate), en partenariat avec l'INRA PSH d'Avignon et l'URIH de Sophia Antipolis. La synthèse de composés allélopathiques par les plantes et leur rôle potentiel de signaux d'alertes d'agression par des composés organiques volatils est envisagée dans le deuxième volet du projet (voies métaboliques impliquées, génétique et interactions génotype environnement). Si le thème paraît très original, il est souhaitable pour traiter ce volet que le laboratoire puisse acquérir des compétences sur la caractérisation et l'analyse d'arômes. Des collaborations seront nécessaires avec des équipes spécialisées dans ce domaine. L'affectation des moyens prévus pour le projet devrait être en adéquation avec les objectifs, ce qui supposerait notamment un renforcement en moyens humains et HDR pour traiter le volet allélopathie.



## Conclusion :

**Avis global sur l'équipe :** L'équipe possède un savoir-faire et des compétences solides sur les thématiques de recherches abordées, un accès à des dispositifs expérimentaux et des plates-formes analytiques de qualité, et a su développer de nouvelles questions de recherche. L'équipe est attractive et bien impliquée dans des programmes de recherche au niveau international, national et régional ainsi que dans l'enseignement supérieur. Elle possède un très bon réseau de collaboration avec des laboratoires étrangers.

**Points forts et opportunités :** L'équipe a apporté des résultats significatifs et des innovations dans le domaine de la production des métabolites secondaires. Les thématiques de recherches sont pertinentes avec une production scientifique d'excellente qualité et une bonne valorisation. La mise au point d'une nouvelle plateforme de production de protéines recombinantes végétales à partir de plantes carnivores pour obtenir des protéines à portée thérapeutique est très innovante. Des perspectives de recherches à fort potentiel de valorisation sont notables. L'équipe possède une grande capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau et participe à des programmes internationaux ou nationaux avec de nombreuses collaborations.

**Points à améliorer et risques :** Le projet de recherche prévoit de se centrer sur la tomate et il est souhaitable pour éviter des dispersions de prioriser l'utilisation des autres espèces végétales envisagées. L'équipe devrait s'impliquer d'avantage dans la coordination scientifique au sein de projets à l'ANR et dans l'UE, en maintenant cet investissement à un niveau compatible avec sa petite taille. L'équipe doit penser au renouvellement des serres vieillissantes pour pouvoir mener ses expérimentations dans des conditions optimisées. Elle devra se renforcer en moyens humains et HDR si elle veut couvrir tous les domaines annoncés dans son projet.

**Recommandations :** pour atteindre ses objectifs, l'équipe aura besoin de renforcer sa démarche interdisciplinaire combinant écophysiologie, biochimie végétale, métabolomique sur plusieurs voies secondaires, fluxomique et transcriptomique sur la voie des polyphénols, depuis l'échelle du tissu jusqu'à celle de la plante entière. Il est souhaitable de prioriser les espèces végétales utilisées comme modèle et de ré-analyser l'adéquation entre les moyens humains et HDR envisagés pour l'équipe au cours du prochain quadriennal et les priorités au sein des différentes thématiques. En particulier, l'équipe devra acquérir des compétences sur la caractérisation et l'analyse d'arômes si elle veut traiter le domaine de l'allélopathie des plantes et leur rôle potentiel de signaux d'alertes d'agression. Des collaborations apparaissent souhaitables avec des équipes spécialisées dans ce domaine pour gagner du temps dans la mise en place de cette thématique. L'équipe devra renouveler des serres vieillissantes pour pouvoir mener ses expérimentations dans des conditions optimisées. Les charges d'enseignements des Enseignants-Chercheurs de l'Equipe doivent être ramenées au niveau statutaire pour optimiser leur investissement dans les travaux de recherches.



**Équipe 2 :** Agriculture Durable

**Nom du responsable:** M. Christian BOCKSTALLER

**Effectifs**

<b>Effectifs</b>	<b>Nombre au 30/06/2011</b>	<b>Nombre au 01/01/2013</b>	<b>2013-2017 Nombre de produisants du projet **</b>
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	6	6	5
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	1	0	0
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs			
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	10	8	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*			
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	0		
<b>N7</b> : Doctorants	4		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	4		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	1		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	3	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>5</b>

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1<sup>er</sup> janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'objectif principal de l'équipe Agriculture Durable (AD) est de comprendre et analyser, à l'aide d'indicateurs d'évaluation, les performances agronomiques et environnementales des systèmes de production végétale. Ces objectifs et l'orientation de l'équipe sont clairement définis et posés. L'approche et le questionnement central permettent de présenter clairement les déclinaisons ou axes qui structurent les recherches menées par l'équipe. Ces axes conduisent aussi bien à l'acquisition de connaissances qu'au développement de méthodes et d'outils (indicateurs) qui répondent à des enjeux forts à la fois scientifiques mais également d'application, pour les utilisateurs et gestionnaires des milieux cultivés, prairiaux et parfois des milieux aquatiques qui leur sont associés.

Les travaux de l'équipe s'insèrent bien dans les priorités de l'INRA (département EA) à travers le développement de l'Agro-écologie et de ses applications à l'intensification écologique des systèmes de production agricoles. Les travaux produits par l'équipe sont à même de contribuer à la production de connaissances et de méthodologies novatrices dans ce champ scientifique, notamment sur les systèmes de grande culture et les prairies. Le comité d'évaluation a bien noté l'effort de publication sur la thématique agriculture et biodiversité qui s'est traduit notamment par la production d'articles de synthèse. L'équipe développe ses recherches de façon originale, en allant au-delà de la prise en compte des composants végétaux des agrosystèmes étudiés, en s'intéressant à d'autres groupes (insectes, pollinisateurs...) et en essayant d'intégrer une approche fonctionnelle des relations entre production végétale et biodiversité, dans des indicateurs à visée opérationnelle.

L'équipe présente un bon niveau de publications aussi bien dans des revues scientifiques que des revues techniques à comité de lecture (23 ACL sur la période 2007-2011). La majorité est publiée dans des revues du domaine de l'agronomie et outre des publications de travaux originaux, certains articles constituent des synthèses démontrant que l'équipe peut se positionner comme leader dans le positionnement d'idées notamment dans le domaine des indicateurs écologiques, en particulier *via* le développement de la méthode INDIGO qui constitue une référence. Un effort particulier est fait aussi pour publier dans des revues permettant une plus grande visibilité des résultats de l'équipe par les gestionnaires de l'environnement. Cet effort démontre l'objectif prioritaire de produire des données, résultats et méthodologies tournés vers l'application de terrain et fondés sur une approche scientifique. La participation importante à la rédaction de l'ouvrage « Agriculture et biodiversité : valoriser des synergies » souligne également la place importante de l'équipe dans cette thématique affichée comme centrale par l'INRA. A ces publications s'ajoutent un grand nombre de participations à des colloques, internationaux, européens ou nationaux incluant 24 communications dans des colloques internationaux avec actes.

Une majeure partie des publications est publiée dans des revues de notoriété excellente (25%) ou correcte (63%) mais 24% le sont dans des revues non répertoriées. Deux explications majeures peuvent être apportées pour expliquer cette répartition :

- d'une part l'orientation forte vers des revues appliquées à destination du domaine de la gestion environnementale (par exemple les récentes publications acceptées dans des revues telles que Fourrages)
- d'autre part le fait que les résultats sont analysés en priorité avec des objectifs d'application et non des objectifs plus fondamentaux qui permettraient de toucher des revues à plus fort impact.

Ce deuxième point permet de souligner la marge de progression possible pour améliorer l'effort de publication vers des revues à visées plus fondamentales étant donné que les travaux menés sont de très bonne qualité et pourraient également être valorisés dans des contextes plus théoriques. On ne peut donc qu'encourager l'équipe à continuer ses efforts de publications dans des revues ACL tout en maintenant sa production à destination des acteurs pour le transfert. Cela pourrait passer par l'insertion des travaux de l'équipe dans des questionnements un peu plus fondamentaux sur les relations entre perturbations et mode d'usage des milieux et la structure et le fonctionnement des communautés. Cela permettrait d'établir des liens plus directs avec des concepts d'écologie fonctionnelle par exemple sur la relation diversité-productivité, sur les mécanismes de redondance et de complémentarité fonctionnelle, ces concepts étant sous-jacents à la construction d'indicateurs et aux hypothèses permettant de comprendre la réponse de ces indicateurs à différentes modalités de gestion ou de perturbation. Cette approche permettrait également d'aborder les conflits et synergies potentiels entre différents services écosystémiques dépendants de la biodiversité (par exemple services environnementaux vs services de production).



Un des points à améliorer, qui avait été souligné lors de la précédente évaluation, concernait la nécessité de développer les synergies entre les deux sites géographiques de l'équipe : Nancy et Colmar. Cette dynamique a été entamée lors du quadriennal qui vient de s'écouler : un projet commun a été monté et une expérimentation a été menée conjointement sur les deux sites. Toutefois dans la construction présentée lors du bilan, le découplage entre l'axe 1 et axe 3, qui tous deux s'intéressent à la construction d'indicateurs, révèle deux démarches parallèles sur cette notion d'indicateurs malgré des objectifs généraux communs. C'est une première étape de rapprochement des deux sites qui devra se consolider de façon plus affirmée lors du quadriennal à venir. Ces approches portant sur les indicateurs auraient pu s'intégrer sous un même chapeau thématique et conceptuel notamment *via* le recentrage de l'axe 3 sur la biodiversité.

### Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

Les travaux menés par l'équipe présentent un très bon positionnement national sur les questions d'actualité et les réseaux de réflexions prospectives ou d'expertises sur les enjeux liés aux relations entre agriculture et biodiversité (participation aux expertises collectives « Agriculture et biodiversité » et « Elevage et azote »). Ce positionnement permet à l'équipe de valoriser ses recherches auprès d'acteurs locaux et de gestionnaires de l'environnement.

Deux produits phares peuvent être mis en avant sur cet aspect : (i) la méthode INDIGO, qui est une création originale de l'équipe, et dont l'utilisation s'est fortement développée à l'échelle nationale (190 utilisations recensées) ; (ii) la création récente de la base de données eFLORAsys qui a le potentiel pour constituer une base de données de référence sur les espèces végétales des prairies au niveau national voire européen. La valorisation, *via* des publications et la publicité autour de cette base (en colloque, séminaire...) doit être soutenue, compte-tenu de la qualité de l'outil, qui fournit non seulement des données écologiques, notamment les traits biologiques des espèces, mais également des données agronomiques (valeurs fourragères).

L'équipe a construit un réseau solide de collaborations aussi bien nationales qu'européennes. Les problématiques prairiales étant fortement liées aux politiques publiques au niveau européen les réseaux internationaux sont plus difficiles à mettre en œuvre. Mais une démarche en ce sens pourrait être entreprise notamment avec certaines équipes internationales travaillant sur les indicateurs de qualité écologique. Toutefois le réseau actuellement développé a permis à l'équipe de s'impliquer, sur la période évaluée, dans plusieurs projets d'envergure au niveau européen (par exemple SEAMLESS et MULTISWARD) ou national (ANR Advherb).

Les approches de l'équipe permettent une très bonne insertion et communication vers des structures d'interface vers les acteurs/gestionnaires de la production végétale (GIS Elevage demain, RMT systèmes cultures innovants...) ainsi qu'une bonne représentation scientifique à l'extérieur de l'unité dans des comités ou groupes de réflexion (coordination des Prospectives Agriculture et Biodiversité, et Systèmes Fourragers Innovants, participation à des conseils scientifiques au niveau régional...).

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

Au niveau national l'équipe présente une forte reconnaissance et visibilité aussi bien dans le domaine des indicateurs d'évaluation des performances environnementales des systèmes de culture que dans le domaine de l'agro-écologie des prairies. Elle s'est également particulièrement investie sur des questionnements d'actualité sur lesquels la demande scientifique et sociale est forte comme les relations entre agriculture et biodiversité.

Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe sont d'un niveau correct même si le rayonnement international est encore limité. Sur la période on peut noter deux conférences invitées dans des congrès nationaux. Les points forts du rayonnement de l'équipe sont mis en avant via des sollicitations pour collaborer au sein de projets européens d'envergure (SEAMLESS et MULTISWARD) ce qui souligne la visibilité et la reconnaissance de l'équipe à l'échelle européenne dans le domaine de la construction d'indicateurs pour les systèmes de production végétale (prairies et cultures). D'autres collaborations européennes peuvent être soulignées notamment dans le domaine des indicateurs liés aux pesticides (Allemagne). La continuité et le développement de ce rayonnement européen ne peut qu'être encouragé au cours du prochain quadriennal. Il peut constituer un renforcement de la visibilité de l'équipe sur ses thématiques propres et la reconnaissance de sa pertinence sur ses approches en lien avec la construction d'indicateurs pour les milieux prairiaux et cultivés à différentes échelles spatiales. Ceci est envisagé par le renforcement de collaborations avec d'autres groupes en Suisse et aux Pays-Bas et par le développement d'une métabase de données floristiques dans un projet CESAB (DIVGRASS). La base de données eFLORAsys construite par l'équipe constitue en ce sens un atout fort pour sa visibilité et son attractivité pour la participation à des méta-projets internationaux sur les prairies. La visibilité de l'équipe au niveau international pourrait être améliorée notamment par la production d'ACL sur des thématiques plus théoriques à partir des données recueillies pour la construction d'indicateurs, et la participation à des réseaux plus élargis au-delà de l'Europe. Dans cette perspective l'équipe devrait affiner son approche méthodologique des aspects fonctionnels de la biodiversité- particulièrement *via*



(i) une clarification des objectifs et (ii) un choix argumenté des services et des indicateurs ou groupes biologiques associés à ces services. L'équipe présente en effet un potentiel réel pour produire des idées novatrices sur la relation agriculture et biodiversité, notamment en sortant de la vision classique univoque où l'agriculture est un facteur structurant la biodiversité, et en développant des approches soulignant le rôle essentiel de la biodiversité pour les productions agricoles. Sur ce point une distinction claire devrait être faite dans les recherches menées entre les indicateurs de bio-fonctionnalité et les indicateurs de niveau de biodiversité (richesse spécifique, abondance de certaines espèces...).

Le recrutement ou l'accueil de post-doctorants ou de chercheurs étrangers a été limité sur la période écoulée. Un post-doctorant étranger a été recruté dans le cadre de l'axe 3 sur l'amélioration de la méthode INDIGO®. Dans le cadre du nouveau projet scientifique de l'équipe, le recrutement de postdoctorants via des projets européens serait un aspect à développer pour améliorer et valoriser la visibilité de l'équipe au niveau européen et international. Cela pourrait notamment passer par une stratégie plus claire des recrutements entre doctorants et post-doctorants au sein des projets de l'équipe, en fonction des points à renforcer et des collaborations attendues.

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

Le comité d'experts a apprécié le projet de l'équipe AD qui permet d'opérer un resserrement thématique sur le concept de biodiversité tout en conservant, d'une part l'approche originale de construction d'indicateurs développée sur les précédents quadriennaux et en développant d'autre part des approches plus fondamentales sur le déterminisme de la biodiversité en milieu agricole et les liens avec les services écosystémiques. Cette complémentarité des deux approches devrait favoriser le fait de pouvoir viser une gamme plus large de revues pour les publications, notamment vers des revues plus généralistes ou fondamentales. Cette orientation scientifique de l'équipe est pertinente et crédible, au vu des compétences et acquis de l'équipe, et elle marque une orientation forte vers l'agro-écologie pour laquelle l'équipe est déjà bien identifiée et peut être un des leaders au niveau national. Cette structuration est également appuyée par l'arrivée d'un Ingénieur spécialisé sur des aspects méthodologiques (fouille de données, modélisation...) qui vient ainsi renforcer la cohérence scientifique du projet.

Cette nouvelle structuration a conduit à fusionner l'aspect indicateur de l'axe 3 du précédent quadriennal (qui était très orienté sur les indicateurs liés aux pesticides) en conservant les questions méthodologiques liées aux indicateurs et en les combinant avec des questions relatives à la biodiversité, permettant une plus grande cohérence des travaux de l'équipe. Ce resserrement thématique traduit la capacité de l'équipe à faire des choix pertinents au plan scientifique et sociétal et à prendre des risques, via l'abandon d'un créneau (pesticides) qui a fortement contribué à l'identification de l'équipe par le passé, notamment via la méthode INDIGO®. Cet outil est opérationnel pour l'application sur de nombreux types de systèmes de culture et les connaissances scientifiques et techniques issues du précédent axe 3 peuvent réellement enrichir les approches développées dans le nouvel axe 1 « construction d'indicateurs de biodiversité ». Cette nouvelle construction en deux axes peut également faciliter le rapprochement des deux sites de Nancy et Colmar sur lesquels l'équipe reste positionnée.

Toutefois concernant ce point, plusieurs aspects nécessitent une attention particulière :

- il s'agit de bien veiller à la faisabilité et l'acceptabilité pour les personnels travaillant dans l'ancien axe 3 (INDIGO®) d'une réorientation thématique importante.
- de bien préciser comment se fait la continuité du suivi d'INDIGO®, pour laquelle un appui scientifique de l'unité reste indispensable. Ce point ne figurant pas dans le projet de l'équipe, il conviendra d'identifier plus clairement quelle structure prend en charge le développement et l'accompagnement du développement de l'outil et de ses bases de données au plan national et international et quel sera le rôle de l'équipe dans l'avenir. Il faut notamment veiller à ce que cette activité soit compatible avec l'intégration de la ou des personnes en charge du suivi d'INDIGO® dans le nouveau projet de l'équipe.

La pertinence scientifique du projet proposé doit également s'appuyer sur une imbrication forte des deux axes qui ne devront pas seulement travailler sur les mêmes objets (biodiversité dans les milieux prairiaux et cultivés...) mais s'enrichir mutuellement via un focus plus prononcé sur les aspects appliqués dans l'axe 1 et un focus plus fondamental dans l'axe 2. Notamment, il sera important de veiller à ce que les productions de connaissances dans l'axe 2 puissent réellement enrichir les méthodes de constructions d'indicateurs dans l'axe 1 et que l'axe 1 soit source de questionnement scientifique pour l'axe 2.





Le nouveau projet permet également à l'équipe d'aborder plus frontalement plusieurs aspects essentiels à la démarche de construction d'indicateurs et d'étude des services écosystémiques. Ce sont notamment les aspects de changements d'échelles et d'utilisation des traits fonctionnels pour aborder les relations usage agricole-biodiversité-services écosystémiques. C'est une avancée réelle dans le projet scientifique par rapport au précédent quadriennal. Mais l'équipe devra veiller à bien formuler les questions et hypothèses sous-jacentes propres à chaque échelle, notamment en termes d'indicateurs. Un indicateur de biodiversité pertinent, sensible et fiable à une échelle spatiale donnée ne l'est pas nécessairement à une autre. Travailler aux échelles de la parcelle, de l'exploitation, du territoire et du paysage est un réel plus, mais il reste encore à approfondir la formulation des hypothèses correspondantes à chaque échelle investiguée et aux effets du changement d'échelle lui-même. La prise en compte des échelles territoire et paysage peut également être une opportunité de se rapprocher (projets communs, co-encadrement de thèse ou post-doctorat) des équipes INRA travaillant sur les prairies et sur la forêt pour la construction d'indicateurs à des échelles intégrant les deux types de milieux.

Le comité a apprécié également le fait que l'équipe ne base pas l'ensemble de ses indicateurs sur un seul groupe taxonomique ou fonctionnel (la végétation) mais élargisse son champ d'action à des groupes faunistiques (carabes, pollinisateurs) ou de microbiologie du sol. La pertinence scientifique et les critères de choix des groupes choisis doivent cependant être plus argumentés sur des bases scientifiques par rapport aux traits fonctionnels et services écosystémiques sur lesquels le besoin d'indicateurs est crucial. Cela renforcerait la cohérence scientifique du projet et son impact, et donnerait des éléments d'arbitrage des priorités en fonction des moyens. L'arrivée de personnels issus de l'ancienne équipe « Rhizosphère » qui ont rejoint l'équipe AD est une opportunité forte pour développer des approches originales sur des indicateurs liées aux communautés microbiennes et sur les mécanismes de réponse des services écosystémiques liés au sol ou à la fertilité. Il reste toutefois à bien identifier comment ces nouvelles recherches vont se construire et sur quelles questions au sein des deux axes définis.

L'orientation du projet vers la construction d'indicateurs 'agrégés' intégrant différents aspects taxonomiques, différentes échelles ou différents services est un défi important proposé dans le projet. Toutefois les objectifs et la démarche d'étude des compromis entre la biodiversité (et les services associés) et production fourragère (et les services associés) pourraient être mieux explicités. Il conviendra en particulier de définir comment ces compromis seront intégrés dans la construction des indicateurs et/ou dans leur utilisation.

La stratégie de l'équipe par rapport à des expérimentations à prévoir est également à préciser (serres, phytotron, domaines...). Dans quelle mesure l'équipe s'appuiera sur des données empiriques ou des données expérimentales pour tester les mécanismes à la base de la réponse de la biodiversité et des services aux usages des terres ainsi que les relations entre indicateurs et services? Quelle affectation de temps et moyen sur ces deux aspects?

### Conclusion :

**Avis global sur l'équipe :** L'équipe 'Agriculture Durable' produit des éléments de connaissances et méthodologiques originales sur l'évaluation agro-écologique des systèmes cultivés et prairiaux, en réponse à des demandes sociétales d'acteurs de l'environnement, de gestionnaires des milieux et du monde agricole. La production scientifique et technique est de qualité, orientée majoritairement vers le transfert et l'application. L'équipe fait preuve d'un positionnement clair et leader au niveau national sur la construction d'indicateurs pour l'environnement et la biodiversité. Le projet d'équipe pour le prochain quadriennal opère un resserrement thématique cohérent du point de vue scientifique et organisationnel.

**Points forts et opportunités :** le projet, réaliste et bien construit, s'appuie sur deux axes complémentaires qui présentent des enjeux et des défis originaux. Ces axes s'appuient sur des perspectives d'élargissement des acquis antérieurs en intégrant à la conception et l'évaluation d'indicateurs : (i) une approche à différentes échelles spatiales (parcelle, exploitation, territoire/paysage), (ii) l'utilisation de caractéristiques fonctionnelles des couverts, (iii) l'ouverture à différents groupes taxonomiques (végétaux, animaux, microbiens) encore peu pris en compte dans ce type d'approche. La nouvelle structuration de l'équipe s'appuie sur des champs de compétences élargis, notamment concernant l'écologie microbienne (intégration de personnels de l'ancienne équipe « Rhizosphère ») et l'analyse de données (fouille de données) qui peuvent apporter une vision originale et pertinente. La proposition de recrutement d'un écologue sur un profil d'écologie fonctionnelle vient renforcer le projet. La base de données eFLORAsys constitue un autre point fort de l'équipe, une opportunité réelle pour la visibilité et la reconnaissance de l'équipe. Cette base de données floristique déjà conséquente et enrichie d'aspects taxonomiques, fonctionnels et agronomiques, est un outil à valoriser prioritairement, notamment via une publication qui permettrait de la rendre plus visible au niveau national et international.



**Points à améliorer et risques** : le projet est ambitieux dans ses dimensions scientifiques et organisationnelles, qui plus est avec des personnels répartis sur deux sites distants. Il conviendra de l'affiner en matière d'adéquation entre moyens (notamment au plan expérimental) et objectifs, et de dégager les clés de priorisation des questions scientifiques. Sa réussite nécessitera aussi une activité d'animation scientifique interne et de collaborations externes soutenues.

**Recommandations** : dans la perspective des inflexions scientifiques fortes de l'équipe et de sa nouvelle structuration plusieurs recommandations peuvent être faites :

1. Viser une production scientifique dans des revues plus généralistes et fondamentales, les travaux menés sur les indicateurs s'appuyant sur des suivis permettant d'aborder des aspects plus mécanistiques de la réponse de la diversité et des services aux usages. Le deuxième axe proposé dans le projet devrait favoriser ce point.
2. Mieux définir les questions et hypothèses appuyant le choix des échelles, des taxons et indicateurs proposés. La justification du choix des traits fonctionnels, des taxons et la formulation d'hypothèses propres à chaque échelle spatiale en relation avec les indicateurs à construire renforcerait l'impact de la démarche proposée.
3. Favoriser au mieux l'intégration des personnels travaillant au préalable sur INDIGO® et sur les pesticides, au sein de la nouvelle structuration et veiller à ce que la nécessaire continuité d'INDIGO® n'empêche pas l'intégration de toutes les personnes dans le resserrement thématique de l'équipe sur la biodiversité. Veiller à ce que l'apport de compétences en écologie microbienne s'appuie sur des questions au service des thématiques développées autour de la notion d'indicateurs et de services écosystémiques dans les systèmes de production végétale.
4. Identifier plus clairement les compromis entre différents types de services, notamment entre les valeurs d'usage agricole et écologique. Définir comment les indicateurs construits peuvent intégrer ces compromis et quantifier leur sensibilité dans différents contextes de compromis entre production et biodiversité.
5. Bien préciser la place de l'expérimentation dans les questions abordées, notamment au sein de l'axe 2 : quels types d'expérimentations et avec quels moyens.
6. Avancer la réflexion sur l'intégration à l'échelle paysagère d'indicateurs plus larges, englobant les zones forestières via des collaborations à construire avec les collègues de l'INRA de Champenoux et Mirecourt.



**Équipe 3:** Rhizosphère

**Nom du responsable:** M. Emile BENIZRI

**Effectifs :**

<b>Effectifs</b>	<b>Nombre au 30/06/2011</b>	<b>Nombre au 01/01/2013</b>	<b>2013-2017 Nombre de produisants du projet **</b>
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	3	x	x
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	0	x	x
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	1	x	x
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	1	x	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*			
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	0		
<b>N7</b> : Doctorants	3		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	3		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	0		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	x	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>8</b>		

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1<sup>er</sup> janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Après un début de quadriennal 2007-2011 abordant plusieurs problématiques de recherches sur la rhizosphère, les activités de recherche de l'équipe Rhizosphère se sont centrées sur le cycle du soufre dans le sol. Elles s'intéressent en particulier à l'activité arylsulfatase (ARS) des communautés microbiennes de sols prélevés dans des parcelles agricoles et lors d'expérimentations en conditions contrôlées utilisant des apports de résidus de plantes. Un point d'originalité de ces recherches consiste à séparer les activités ARS bactériennes des activités ARS fongiques. Ces recherches sont pertinentes car l'équipe Rhizosphère du LAE est la seule en France à étudier le cycle biogéochimique du soufre dans le sol, malgré l'importance de cet élément pour les productions végétales. En effet, les déficiences en soufre atmosphérique observées dans les années 90, suite à la réduction des émissions issues de combustions fossiles, ont entraîné une baisse en quantité et en qualité des productions de diverses espèces d'intérêt agronomique. La méconnaissance du cycle biogéochimique du soufre organique dans le sol, conduit à utiliser des amendements soufrés pour diverses cultures.

Considérant que l'équipe Rhizosphère a été dissoute en 2010 (évaluation sur 3 années) et que 3 cadres de l'équipe ont une charge d'enseignement élevée, le bilan global des publications et communications (14 ACL, 6 ACTI, 5 ACTN, 5 COM, 14 AFF) est de quantité très satisfaisante. La qualité des articles est également d'un bon niveau au regard des facteurs d'impact des revues dans lesquelles l'équipe a publié qui sont bien situées dans le domaine de la rhizosphère. Ce bilan traduit un effort de diffusion des travaux de l'équipe au niveau international et national. On peut cependant distinguer nettement les productions communes à plusieurs chercheurs de l'équipe et celles spécifiques à l'un des chercheurs. Cette distinction est à relier avec la diversité et l'antériorité des problématiques abordées par ce dernier (Rhizodéposition, biodegradation du mucilage, approche trophique dans la rhizosphère) ainsi qu'à son départ de l'équipe en milieu de quadriennal avec un recentrage de l'équipe sur une problématique unique.

Cependant, la stratégie de recherche de la période 2007-2010 est critiquable, notamment à l'égard de l'organisation du questionnement visant à révéler l'importance des activités ARS du sol pour la plante. L'approche multifactorielle «Variabilité spatio-temporelle de l'activité ARS à l'échelle de la parcelle agricole », si elle avait été initiée en début de quadriennal, aurait fourni les principaux(ales) facteurs(propriétés) du sol expliquant l'activité ARS (pH, carbone et azote labile, résultats de l'équipe non publiés). Il aurait ensuite été opportun de se demander comment chaque facteur influence l'activité ARS. Après avoir montré que les activités ARS intracellulaires du sol contribuent plutôt aux besoins en soufre des microorganismes qu'à la production de soufre minéral pour la plante, l'équipe Rhizosphère a orienté ses recherches sur l'influence du carbone sur les communautés microbiennes et flux de soufre. Cette prise de risque, a conduit au résultat par ailleurs décrit que « la nature du carbone apporté influence la taille et l'activité des communautés microbiennes... mais cette augmentation n'est pas forcément corrélée avec une induction d'activité ARS ». Indépendamment de ce choix d'orientation, il aurait été opportun d'évaluer l'importance des amendements azotés sur les activités ARS du sol. Par ailleurs, dans un cadre appliqué en agronomie et centré sur la rhizosphère (i.e. zone de sol entourant la racine et subissant son influence), l'évaluation du rôle des activités microbiennes ARS dans l'assimilation du soufre par la plante, aurait pu impliquer d'avantage de travaux empiriques différenciant le « sol nu » du « sol rhizosphérique », et des expérimentations au champ ou en culture hors-sol auraient pu/pourraient être menées afin de vérifier l'importance de la nature du soufre organique sur les teneurs élémentaires, l'activité photosynthétique, la croissance et la production des végétaux. Ces orientations auraient permis d'améliorer la qualité et l'impact des résultats.

Trois thèses de Doctorat ont été produites dans l'équipe pendant cette période, répondant à la mission de formation par/pour la recherche de l'Unité. Cependant, la production scientifique issue des travaux des doctorants est à un niveau inacceptable au regard de la mission de formation et d'insertion professionnelle des doctorants (aucune publication ACL pour deux d'entre eux et une seule pour l'autre).

### Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

En dehors des publications et de quelques missions d'expertise (réchauffement climatique en tourbières et communautés ARS, indicateurs de l'effet des produits phytosanitaires sur les communautés microbiennes du sol), l'équipe semble avoir fonctionné de manière très isolée. On peut noter toutefois la collaboration établie avec l'UMR EVA (Caen) qui a conduit à un projet financé par l'Inra, sur les relations entre stratégies d'acquisition de nutriments des espèces végétales et des communautés microbiennes fonctionnelles. Cette relation avec l'UMR EVA constitue un point fort pour les membres de l'ex-équipe Rhizosphère (soufre) qui ont rejoint l'équipe AD, sous réserve de vérifier sa cohérence avec le nouveau projet de cette équipe.



### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

La reconnaissance scientifique de l'équipe lui a permis de participer à deux projets : (i) en matière de Rhizosphère, RTN Biorhiz (2005-2008, coordonné par l'Université de Darmstadt) ; (ii) dans le domaine des communautés bactériennes et fongiques impliquées dans la minéralisation du soufre, projet ECOGER - Micagro.

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

L'équipe Rhizosphère disparaît dans le cadre du projet de l'unité et ses membres ont soit quitté l'unité soit se sont repositionnés depuis 2011 dans les deux autres équipes.

### Conclusion :

Les points forts de cette équipe étaient liés aux connaissances acquises sur le fonctionnement de la rhizosphère en terme biogéochimique (notamment cycle du soufre), de rhizodéposition (principal facteur d'influence de la plante sur les communautés microbiennes du sol) et une approche trophique. En intégrant les équipes Métabolisme Secondaire et Agriculture Durable et en réorientant notablement leurs recherches, les personnels de l'ex-équipe rhizosphère risquent de voir diminuer leur visibilité dans la communauté scientifique dont ils sont issus. Néanmoins, ces changements thématiques semblent bien assumés par les personnes concernées et le projet de chaque nouvelle équipe fait une place explicite à leurs compétences. Il conviendra cependant d'être vigilant, notamment dans le cas de l'équipe AD, pour affiner rapidement les questions scientifiques relatives aux indicateurs d'activités microbiennes du sol, en lien avec les cycles de l'azote et du carbone d'une part, et la biodiversité d'autre part, afin de permettre aux scientifiques concernés de se repositionner rapidement et de manière durable.



## 5 • Notation

À l'issue des visites de la campagne d'évaluation 2011-2012, les présidents des comités d'experts, réunis par groupes disciplinaires, ont procédé à la notation des unités de recherche relevant de leur groupe (et, le cas échéant, des équipes internes de ces unités).

Cette notation (A+, A, B, C) a porté sur chacun des quatre critères définis par l'AERES. Elle a été accompagnée d'une appréciation d'ensemble.

Dans le cadre de cette notation, l'unité de recherche concernée par ce rapport (et, le cas échéant ses équipes internes) a (ont) obtenu l'appréciation d'ensemble et les notes suivantes :

### Appréciation d'ensemble de l'unité [Laboratoire Agronomie Environnement] :

Unité dont la production, le rayonnement, l'organisation, l'animation et le projet sont très bons.

#### Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

### Appréciation d'ensemble de l'équipe [Métabolisme Secondaire] :

Équipe dont la production, le rayonnement et le projet sont très bons.

#### Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>A</b>	<b>A</b>	-	<b>A</b>

### Appréciation d'ensemble de l'équipe [Agriculture Durable] :

Équipe dont la production, le rayonnement et le projet sont très bons.

#### Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>A</b>	<b>A</b>	-	<b>A</b>



Appréciation d'ensemble de l'équipe [Rhizosphère] :

Équipe dont la production et le rayonnement sont bons et qui ne poursuit pas son projet.

Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>B</b>	<b>B</b>	-	<b>NN</b>



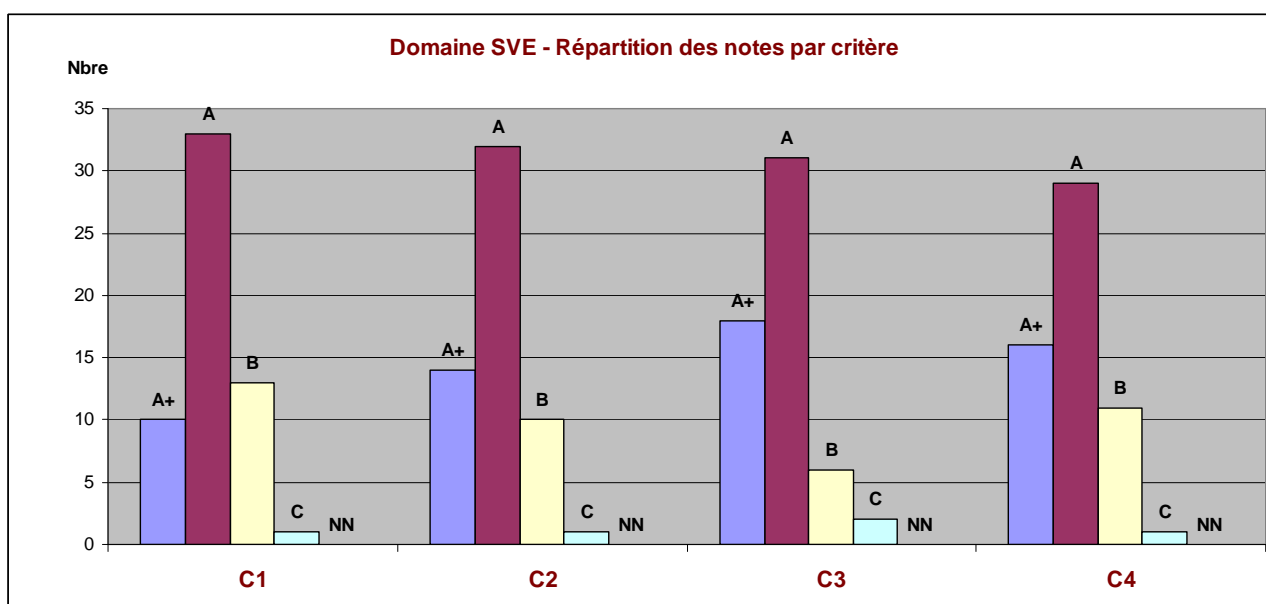
## 6 • Statistiques par domaine : SVE au 10/05/2012

### Notes

Critères	C1	C2	C3	C4
	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Gouvernance et vie du laboratoire	Stratégie et projet scientifique
A+	10	14	18	16
A	33	32	31	29
B	13	10	6	11
C	1	1	2	1
Non noté	-	-	-	-

### Pourcentages

Critères	C1	C2	C3	C4
	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Gouvernance et vie du laboratoire	Stratégie et projet scientifique
A+	18%	25%	32%	28%
A	58%	56%	54%	51%
B	23%	18%	11%	19%
C	2%	2%	4%	2%
Non noté	-	-	-	-







## 7 • Observations générales des tutelles

L'Administrateur Provisoire  
Jean-Pierre Finance

à

Monsieur Pierre GLAUDES  
Directeur de la section des unités de l'AERES  
20 rue Vivienne  
75002 PARIS

Objet : rapport d'évaluation de l'UMR LAE  
Référence du document : C2013-EV-0542493S-S2PUR130004658-RT

Monsieur le Directeur,

Vous m'avez transmis le 5 avril dernier le rapport d'évaluation de l'UMR  
« Laboratoire Agronomie Environnement (LAE) » et je vous en remercie.

Je vous prie de trouver ci-dessous les éléments de réponse de  
Monsieur F. Bougaud, directeur de l'unité, ainsi que celle de Monsieur  
E. Dreyer au titre de l'INRA, établissement cotutelle de cette structure.

En tant que tutelle du laboratoire nous n'avons pas de remarque  
particulière à émettre sur le rapport du Comité d'évaluation. Nous  
prenons bonne note de ses recommandations qui nous semblent tout à  
fait recevables à ce jour.

Je vous prie d'agréer, cher collègue, l'expression de mes sentiments  
distingués.

L'Administrateur Provisoire



Jean-Pierre Finance



## **Observations de E. Dreyer, Directeur du Centre INRA de Nancy**

### Réponse générale

Les unités soutenues par l'INRA en Lorraine (qui emploie 200 permanents et 100 contractuels) participent activement aux deux axes de recherche du pôle Agronomie, AgroAlimentaire, Forêts (A2F) de l'Université de Lorraine:

1. Un projet "Forêt Bois Territoires" avec comme 3<sup>ème</sup> partenaire AgroParisTech-Nancy. Si on y rajoute des équipes propres de l'INRA, des UMR INRA-AgroParisTech, et une unité de l'UL (le LERMAB sur le Bois Matériau, qui sera sans doute labellisée par l'INRA lors du prochain contrat), ces unités couvrent l'ensemble des compétences nécessaires pour aborder les questions qui se posent pour l'avenir de la filière forêt-bois: adaptation des forêts aux changements climatiques et de gestion, ajustements de la production aux besoins croissants, en bois matériau et en bois pour l'énergie, vulnérabilité et résilience aux contraintes de l'environnement, économie de la filière, identification et évaluation des services écosystémiques, etc. Ces questions requièrent la mobilisation d'une large gamme de disciplines. Cette forte complémentarité entre unités et cette participation à un projet collectif font la force de ce domaine de recherche en Lorraine, et ont permis la construction et le succès du projet de Labex "ARBRE" retenu lors du second appel à projets des PAI en février 2012 (lors des visites des comités).

2. Un axe de recherches sur l'"Ingénierie et Sécurité des Aliments" qui regroupe également un nombre important d'unités sur des thématiques d'importance pour plusieurs départements de l'INRA.

Certaines des unités comme le LGM (Dynamic) ou le LAE contribuent aux deux axes de recherches. Les autres sont plus spécifiquement actives dans l'un des deux. Les avis de l'AERES et les réponses apportées par les directions des unités feront l'objet de présentation et de réactions des départements de recherche impliqués : "Ecologie des Forêts, Prairies et Milieux Aquatiques", "Microbiologie et Chaîne Alimentaire", Environnement et Agronomie", "Physiologie Animale et Santé des Elevages", "Alimentation humaine" qui sont les tutelles scientifiques INRA pour ces unités, et qui se prononceront sur les aspects de stratégie scientifique. La réponse présentée ici s'attache plus spécifiquement aux dynamiques locales entre unités. Les commissions de visite ont perçu ces enjeux et ont souligné les contributions des unités au projet collectif. De plus, les avis portés sur les différentes unités sont dans l'ensemble très positifs et nous ne pouvons que nous en féliciter.

### Éléments concernant l'UMR 1121 Laboratoire Agronomie Environnement

Cette unité est rattachée aux Centres INRA de Nancy et de Colmar, Département EA de l'INRA. Du point de vue INRA, l'Unité est excellente et joue un rôle important régionalement dans deux domaines pour lesquels il pourrait y avoir une amplification des collaborations avec d'autres unités A2F, autour de la thématique de la Biologie Intégrative (en travaillant sur les réponses aux contraintes aux échelles moléculaires et métaboliques) pour l'une des équipes, et avec des équipes travaillant sur la biodiversité forestière et des indicateurs écologiques pour l'autre. Ces coopérations contribueront fortement à étoffer et augmenter la visibilité du dispositif de recherches régional dans le domaine de l'écologie des communautés végétales et des indicateurs de biodiversité.



Prof. F. Bourgaud  
Directeur du laboratoire Agronomie et environnement  
UMR INRA-Université de Lorraine 1121  
ENSAIA, 2 Avenue forêt de Haye  
54500 Vandoeuvre

Vandoeuvre le 12 avril 2012

Attn : **AERES**

**Objet : réponse du Directeur du LAE au rapport préliminaire de l'AERES –  
Observations générales**

Messieurs,

L'ensemble du laboratoire Agronomie et Environnement remercie vivement le comité de visite délégué par l'AERES qui a procédé à une évaluation approfondie de notre unité le 14 février 2012. Nous avons pris connaissance du rapport préliminaire de cette commission et nous partageons la plupart des analyses qui y sont portées.

Nous souhaitons toutefois bénéficier du droit de réponse donné aux Unités de Recherche afin de clarifier les points suivants.

**Evaluation globale du laboratoire**

Une question importante concerne le projet de recherche de l'unité sur la période 2013-2017. Ce projet est qualifié de « solide car construits sur les forces des deux équipes, en s'appuyant sur les compétences et les démarches qui ont fait le succès de ces équipes dans le passé ». Il est ensuite indiqué que ce projet est « ambitieux mais supposera des arbitrages pour tenir compte des moyens humains au plan scientifique, technique et administratif ».

L'unité a une appréciation sensiblement différente de la question des moyens associés au projet. Nous considérons que nous bénéficions déjà des moyens globalement adaptés pour réaliser les actions de recherche prévues dans le futur (programmes collaboratifs de grande dimension associés à des financements importants déjà engagés, équipements analytiques déjà disponibles, etc.). En d'autres termes, les arbitrages ont déjà été opérés sur la base d'un principe de réalité. Certains points spécifiques de notre projet de recherche sont toutefois assujettis à la possibilité de recruter de nouveaux collaborateurs (CR2/IR ou post-docs) et ne seront donc entrepris que si nous sommes suivis favorablement par nos tutelles ou par d'autres agences de moyens (ANR, Europe, etc.).

Concernant les thématiques de recherche développées par l'équipe « agriculture durable » sur le site de Colmar, il est indiqué que « les priorités affichées par l'équipe en matière de systèmes de culture (prairies) et celles du centre (plutôt sur la vigne) ne sont pas convergentes ». Cette absence de convergence notée par la commission n'est qu'apparente selon nous. L'équipe « agriculture durable » a bien précisé qu'elle souhaite travailler sur un gradient de perturbation (du sol labouré au bord de champ peu perturbé, en passant par la prairie) et la vigne constitue un élément de ce gradient qui vient compléter les cultures et les prairies. Il y a donc une vraie complémentarité dans les systèmes de cultures qui sont étudiés et la vigne en fait partie.

La commission estime que « les étudiants en thèse sont relativement isolés sur leurs thématiques scientifiques ». Cette crainte nous semble infondée. Le LAE héberge en permanence une quinzaine de doctorants et post-docs, ce qui constitue en soi un collectif de taille importante. Comme le relève le rapport de la commission (p7 §4) les doctorants bénéficient d'un encadrement sérieux. Ils profitent également de la dynamique nationale et internationale forte du LAE qui est plusieurs fois saluée par la commission. A titre d'exemples un doctorant de l'équipe « Agriculture Durable » effectue sa thèse à mi-temps à Agroscope Zurich, un doctorant de l'équipe « Métabolisme secondaire » a séjourné pour une totalité de 4 mois dans un laboratoire partenaire japonais et une autre doctorante s'apprête à partir 1 mois au Japon. Enfin, la très grande majorité de nos thésards présente ses résultats de recherche lors de colloques nationaux et internationaux (en général pendant la 3eme année de thèse).

Pour ce qui concerne les charges importantes d'enseignement assurées par les enseignant-chercheurs du LAE, une réforme de notre service d'enseignement à ENSAIA est en cours et devrait conduire à une amélioration de cette situation.

### **Evaluation de l'équipe « Métabolisme Secondaire »**

La commission attire notre attention sur l'importance de « prioriser les espèces végétales utilisées comme modèle ». Nous sommes bien conscients des risques de dispersion associés à chaque plante étudiée. Nous souhaitons, ici, insister sur le côté murement réfléchi de chacun de nos modèles d'étude. Par essence, la résolution des questions de recherche que nous travaillons nécessite d'appréhender des espèces botaniques différentes. Ainsi, nous sommes sur le point de résoudre la question de la découverte des gènes associés à la synthèse des furanocoumarines chez les Apiacées (cf. nos publications *Plant J.* 2012, *JBC* 2009, *JBC* 2007). Notre question de recherche sur l'émergence de cette voie de synthèse chez les végétaux supérieurs implique désormais de rechercher les gènes orthologues chez les Rutacées (Citrus, Ruta). L'utilisation des outils modernes de la génomique de type « EST-454 » ou « banques de BAC », réalisée sous forme de prestation de service par des sociétés privées ou des laboratoires partenaires (CNRGV Toulouse) devrait nous permettre de résoudre ces questions de recherche avec une certaine efficacité.

La commission souhaite nous voir engager des collaborations avec des « équipes spécialisées dans ce domaine (NDR la caractérisation d'arômes) pour gagner du temps dans la mise en place de cette thématique ». Ce type de collaboration est déjà engagé. Ainsi, dans le cadre du projet européen « SaarLorBiotec » nous bénéficions du soutien de l'IBMP-CNRS de Strasbourg qui nous a transféré sa méthode de collecte et de dosage des composés terpéniques volatils (GC-MS).

## **Evaluation de l'équipe « Agriculture Durable »**

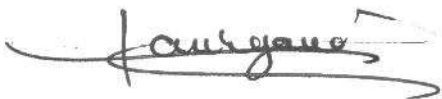
En ce qui concerne la synergie entre les sites de Nancy et Colmar, le comité relève (p14, §1) qu'une « dynamique a été entamée lors du quadriennal qui vient de s'écouler ». Le rapport note cependant un « découplage entre l'axe 1 et axe 3, qui tous deux s'intéressent à la construction d'indicateurs » et propose que « le rapprochement des deux sites devra se consolider de façon plus affirmée lors du quadriennal à venir ». Cette situation enregistrée par la commission ne nous semble pas refléter la réalité de cette équipe de recherche. En effet, tous les projets de l'équipe font l'objet de séminaires et présentations communes régulières qui impliquent systématiquement les scientifiques des deux localités. Les choix méthodologiques sont également complètement intégrés entre les deux sites. A titre d'exemple, les personnels de Nancy et Colmar travaillent sur l'indicateur biodiversité dans le cadre de la thèse de Charles Ricou et des échanges méthodologiques fréquents ont lieu entre les axes 1 et 3 pour le travail de construction des indicateurs. L'intégration est donc beaucoup plus importante que la commission ne l'a perçue.

La commission nous demande "de bien préciser comment se fait la continuité du suivi d'INDIGO®, pour laquelle un appui scientifique de l'unité reste indispensable ». Nous partageons l'avis qu'il faut un appui scientifique de l'unité et qu'il serait dommage que l'INRA n'investisse plus dans cette méthode qui a sa place dans le domaine de l'évaluation agri-environnementale. Le développement et l'amélioration de la méthode est envisagée *via* (i) le partenariat avec l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA) (ii) des possibilités d'encadrement de post-doc ou stagiaires.

## **Evaluation de l'équipe « Rhizosphère »**

La commission relève que deux des trois thèses de doctorat n'ont pas encore conduit à la publication de travaux originaux. Notre laboratoire de recherche est particulièrement vigilant à la situation de ses doctorants. Dans le cas présent, Il s'agit d'une situation transitoire qui est en cours de résolution (4 articles originaux soumis à New Phytol, J. Exp. Bot. etc.). Ce retard est lié à la situation personnelle particulière de ces doctorants qui ont été appelés à rejoindre d'autres unités de recherche ou d'autres pays, ce qui a entraîné des retards dans le travail de relecture et correction.

Je vous prie de croire, Messieurs, en la haute estime que je porte à l'évaluation externe de notre laboratoire qui a été réalisée par l'AERES et vous adresse mes meilleures salutations.



Prof. F. Bourgaud