



**HAL**  
open science

## ECOSYS - Écologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. ECOSYS - Écologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes. 2014, AgroParisTech - Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, Institut national de la recherche agronomique - INRA. hceres-02032805

**HAL Id: hceres-02032805**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02032805>**

Submitted on 20 Feb 2019

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

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



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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Écologie fonctionnelle et écotoxicologie des  
agroécosystèmes

ECOSYS

Sous tutelle des  
établissements et organismes

AgroParistech – Institut des sciences et industries du  
vivant et de l'environnement

Institut National de la Recherche Agronomique - INRA



Décembre 2013



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

Section des Unités de recherche

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

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

*Au nom du comité d'experts,*

- M. André CHANZY, président du  
comité

---

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



# Rapport d'évaluation

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

Nom de l'unité :	Écologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes
Acronyme de l'unité :	ECOSYS : fusion de l'UMR EGC et de l'UPR PESSAC
Label demandé :	UMR
N° actuel :	1091 (EGC) et 251 (PESSAC)
Nom du directeur (2013-2014) :	M. Enrique BARRIUSO (EGC), M. Christian MOUGIN (PESSAC)
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M. Enrique BARRIUSO

## Membres du comité d'experts

Président :	M. André CHANZY, INRA Avignon
Experts :	M. Damia BARCELO, ICRA Barcelone, Espagne
	M. Philippe DROBINSKI, CNRS Palaiseau
	M <sup>me</sup> Catherine KELLER, Université Aix Marseille (représentante des CSS INRA)
	M. François LECOMPTE, INRA Avignon
	M. Christophe SALON, INRA Dijon (représentant de la CNECA)
	M. Éric VINDIMIAN, IRSTEA Montpellier

### Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Christophe ROBIN

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

M. Laurent HEMIDY, INRA Centre Versailles-Grignon

M. Cyril KAO (directeur de l'École Doctorale n° 435)

M. Christian LANNOU, INRA, Département Santé des Plantes et Environnement

M. Alain PERRIER (représentant de l'École Doctorale n° 129)

M. Guy RICHARD, INRA, Département Environnement et Agronomie

M. Jean ROGER-ESTRADE, AgroParisTech



## 1 • Introduction

Le projet d'UMR ECOSYS rassemble les personnels de l'UMR EGC, de l'UPR PESSAC ainsi que les personnels INRA et AgroParisTech de l'équipe Matière (MOS) de l'UMR BIOEMCO évaluée l'an dernier.

Le projet a été réalisé avec un objectif à moyen terme (à la fin du prochain quinquennat) de déménager sur le plateau de Saclay. Afin de préparer ce déménagement, les tutelles avaient donné des directives pour reconfigurer les unités du centre Versailles-Grignon afin d'arriver sur Saclay avec des unités bien positionnées thématiquement et de taille critique suffisante. La réflexion réalisée par l'INRA et AgroParisTech a conduit à proposer la création de cette UMR ECOSYS qui sera l'une des unités du dispositif Versailles-Grignon. Le prochain quinquennat s'annonce donc comme une période de transition devant conforter le projet proposé et la fusion des unités, tout en préparant un déménagement dont les conséquences induiront nécessairement quelques perturbations (mobilité des personnels, reconfiguration de plateaux techniques, reconfiguration des dispositifs d'expérimentation).

### Historique et localisation géographique des unités

L'UMR EGC (83 agents permanents en 2013) a été créée en 2000 par le regroupement de deux unités, Bioclimatologie et Sciences du Sol et de l'équipe d'écophysiologie de l'UMR d'Agronomie. L'unité est localisée à Grignon avec deux implantations géographiques distantes d'environ 1 km. Le positionnement scientifique général est l'étude des interactions entre les facteurs biotiques et abiotiques de l'environnement et le fonctionnement des sols et des cultures au sein des agrosystèmes principalement de grande culture. L'organisation de l'unité est restée fondée sur des équipes disciplinaires, créées à partir des unités ayant constitué l'UMR en 2000 avec des thèmes transversaux qui représentent bien le positionnement particulier de l'unité : maladies, gaz à effet de serre (GES), pesticides et déchets.

L'UPR PESSAC (28 agents permanents en 2013) est le fruit d'un projet d'unité sur l'écotoxicologie terrestre dont la conception a été initiée en 2004 et la création de l'unité en 2006. Cette unité rassemble l'ancienne unité de Science du Sol du département INRA Environnement et Agronomie (E&A) et l'équipe Xénobiotiques et Environnement de l'unité de Phytopharmacie et Médiateurs chimiques du département de Santé des plantes et Environnement (SPE). Cette nouvelle entité a bénéficié d'un renforcement marqué par des recrutements et des mobilités internes. Lors du dernier quinquennat, l'unité a fonctionné sous la forme d'une équipe avec une animation scientifique s'articulant autour de 2 axes (I- déterminisme de l'exposition des organismes aux micropolluants dans les sols, II- biodiversité des sols d'agro-écosystèmes contaminés).

Il a été demandé à la partie INRA/AgroParisTech de l'équipe MOS (4 agents) de BIOEMCO de se rattacher à ECOSYS, afin de concentrer le personnel en vue du futur rattachement à l'Université Paris Saclay.

Sur le plan scientifique, EGC et PESSAC sont des membres actifs du LABEX Biodiversité, Agrosystèmes, Société, Climat (BASC - dont les membres rejoindront le projet de Saclay) qui constituera une structure intéressante pour la préparation du projet scientifique de l'UMR dans le nouveau contexte de Saclay, et ainsi tirer profit du regroupement géographique de nombreuses équipes dans le domaine de l'agronomie, de l'écologie et de l'environnement.

### Équipe de direction

La direction de l'UPR PESSAC est assurée par M. Christian MOUGIN et celle de l'UMR EGC par une équipe de direction constituée par M. Enrique BARRIUSO, directeur et les animateurs des équipes d'EGC (M. Michael CHELLE, M. Benoît GABRIELLE et M. Pierre BENOIT). L'ensemble de ces deux directions, avec M<sup>me</sup> Claire CHENU (représentante de l'équipe MOS de l'UMR Bioemco) ont pris en charge le projet ECOSYS qui sera porté par M. Enrique BARRIUSO.

### Nomenclature AERES

SVE2\_LS9 Biotechnologies, sciences environnementales, biologie synthétique, agronomie (domaine disciplinaire principal)

SVE2\_LS8 Evolution, écologie, biologie des populations (domaine disciplinaire secondaire 1)

ST4 Chimie (domaine disciplinaire secondaire 2)

SVE1\_LS1 Biologie moléculaire et structurale, biochimie (domaine disciplinaire secondaire 3)

## Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Unité EGC Nombre au 30/06/2013	Unité PESSAC Nombre au 30/06/2013	ECOSYS Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	15	1 (0,5)	17
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	21 (20,1)	7	27
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	45 (43,4)	19 (17,6)	63
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	2		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	7	2	7
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	5		7
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>95 (92,5)</b>	<b>29 (27,1)</b>	<b>121</b>

Effectifs de l'unité	Unité EGC Nombre au 30/06/2013	Unité PESSAC Nombre au 30/06/2013	ECOSYS Nombre au 01/01/2015
Doctorants	16	5	
Thèses soutenues	32	7	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	17	4	
Nombre d'HDR soutenues	4		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	15	3	20

Les effectifs en équivalent temps plein (ETP) sont donnés entre parenthèses



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Les unités EGC et PESSAC ont une production scientifique de grande qualité. Les thématiques scientifiques de ces unités sont bien positionnées et bénéficient d'une reconnaissance nationale et internationale sur certains domaines (sol - dynamique des pesticides et des déchets, émission de gaz à effet de serre). Les unités bénéficient de plusieurs individualités scientifiques reconnues leur permettant d'avoir un rôle actif dans les réseaux nationaux et internationaux, ainsi qu'au plan local, ce qui est important pour la préparation du projet de Saclay.

Par leurs thématiques, les unités sont bien impliquées dans les réseaux de recherche et développements liés soit à la profession agricole ou bien au monde industriel, permettant le transfert de connaissance et la contractualisation de certaines activités de recherche. Les unités sont également fortement impliquées dans l'enseignement, notamment sur des masters en étroite relation avec les thématiques de recherche. Le nombre de doctorants et leur suivi sont très satisfaisants. Les HDR pourraient cependant être mieux réparties entre les équipes.

La gouvernance des unités est excellente avec une organisation collective efficace et appréciée des agents, malgré un éclatement géographique pour EGC. L'UPR PESSAC a particulièrement bien réussi le rapprochement des équipes de science du sol et d'écotoxicologie lors du dernier contrat quadriennal.

Le projet de fusion des 2 unités au sein d'ECOSYS ouvre des perspectives intéressantes en vue de la future implantation sur le plateau de Saclay. Les objectifs du projet sont très ambitieux mais restent à affiner au cours du prochain quinquennat afin de renforcer la position scientifique d'ECOSYS au sein de ce nouvel environnement.

### Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique (>2 ACL/an/ETP pour 3 des 4 équipes) est principalement publiée dans des revues de notoriété excellente et exceptionnelle. Cette production est bien positionnée sur des domaines de recherche cohérents à l'échelle de l'unité dont l'activité est lisible et reconnue.

Certains domaines de compétence de l'unité constituent une originalité au niveau français : émission d'azote vers l'atmosphère, impact des épandages des produits résiduels organiques, interaction structure/fonction/épidémiologie, écotoxicologie des sols.

L'unité a la responsabilité de dispositifs expérimentaux importants pour la communauté nationale (Système d'Observation et d'Expérimentation de Recherche en Environnement (SOERE), Integrated Carbon Observation System (ICOS)) et elle est un acteur majeur dans de nombreux projets nationaux et internationaux. Plusieurs membres de l'unité jouent un rôle actif dans l'animation scientifique institutionnelle et disciplinaire.

Les thématiques de l'UMR sont porteuses pour des interactions avec le développement agricole. Pour cela l'unité a formalisé un partenariat riche avec les instituts techniques au travers de structures telles que les unités Mixtes Technologiques (UMT), le Réseau Mixte Technologique (RMT) ainsi que le réseau des chambres d'Agriculture. Ce partenariat permet de développer des projets de recherche et développement, puis de valoriser des résultats. Par ailleurs, l'unité contribue activement aux activités de normalisation.

La qualité de la gouvernance des unités EGC et PESSAC s'appuie notamment sur une bonne organisation de l'appui technique, sur une intégration de l'ensemble des agents dans la vie collective de l'unité, malgré la taille (EGC) et la dispersion géographique ou encore sur la prise en charge des non-titulaires.

Le nombre de doctorants par rapport à la taille de l'unité et la qualité de leur suivi (durée, valorisation) sont excellents. L'implication des agents dans les formations de Master est très forte dans les différents domaines de compétence des unités.

Le projet est ambitieux, il recueille une adhésion satisfaisante du personnel malgré les changements structurels importants qui s'annoncent. La nouvelle UMR ECOSYS (INRA, AgroParisTech) constitue un ensemble cohérent compétent notamment pour l'analyse, la modélisation du devenir des contaminants dans différents milieux de l'environnement, ainsi que pour les effets écotoxicologiques sur les sols.



## Points faibles et risques liés au contexte

L'absence de stratégie de modélisation a conduit à l'élaboration d'un grand nombre de modèles pouvant d'une part mener à une dispersion des efforts et d'autre part, rendre difficile l'intégration des résultats et limiter les ambitions du projet d'unité.

La politique de l'unité concernant le développement de bases de données est modeste au regard de l'importance de l'expérimentation et de la modélisation dans les travaux.

Compte-tenu de la pyramide des âges, le nombre d'HDR pourrait être plus important dans certaines équipes.

Le projet ECOSYS manque encore de maturité, ce qui n'est pas anormal, compte tenu du calendrier de sa construction. En effet, le projet résulte de réflexions récentes (moins d'un an) qui s'inscrivent dans un contexte incertain, notamment sur la date de mise en œuvre du projet de Saclay. La dimension transversale autour des services écosystémiques doit être approfondie.

Le déménagement sur Saclay aura dans les prochaines années un impact fort sur la mobilité du personnel et, de ce fait, sur la capacité de l'unité à mener et pérenniser son projet.

## Recommandations

Le projet, tel que présenté, propose une réelle évolution du cadre conceptuel des travaux de recherche des équipes. Le comité d'experts apprécie la démarche présentée mais considère néanmoins qu'il est nécessaire d'en préciser les contours, son échéancier ainsi que d'affiner son contenu et l'organisation associée.

**La fusion des équipes: des changements à construire dans la durée.** Le contexte de la fusion est particulier avec d'une part un historique récent marqué par de nombreuses évolutions et d'autre part, la perspective de Saclay qui engendrera à nouveau une évolution importante. Afin d'éviter un sentiment de remise en question permanente, qui pourrait être déstabilisant pour les agents et au final contre-productif, le comité d'experts appuie la proposition de rester sur une organisation plutôt conservatrice (équipes, organisation technique) et de miser sur l'animation transversale pour faire évoluer le dispositif (création de nouvelles équipes, évolution de l'organisation technique) lorsque les conditions seront réunies (clarté et pertinence des objectifs, adhésion des personnes concernées). Ce processus doit s'inscrire dans la durée (les cinq prochaines années) et devrait aboutir au terme du prochain quinquennat à une organisation nouvelle adaptée aux enjeux scientifiques du projet d'ECOSYS. Au stade actuel, le nombre d'axes transversaux paraît trop important et chacun d'eux pas toujours défini de manière pertinente.

**Les services écosystémiques comme cadre conceptuel intégrateur.** L'organisation des travaux de recherche pour progresser sur l'évaluation des services écosystémiques (SE) est, avec le rapprochement de l'écotoxicologie et du fonctionnement des agroécosystèmes, l'évolution majeure du projet d'unité. Il est indéniable que l'unité peut avoir une contribution importante sur les SE, notion qui est reconnue internationalement depuis les travaux du Millenium Ecosystem Assessment (MEA) et qui permet d'offrir un cadre pour l'intégration des résultats et la définition d'interface avec d'autres disciplines. Dans la présentation qui est faite des travaux sur les services, la notion est prise dans un sens très large, donnant l'impression de vouloir y associer l'ensemble des activités de l'unité. Cela dénature la notion de SE qui doit, d'après le MEA, être abordée à une échelle correcte qui ne saurait, en l'occurrence se restreindre à l'agrosystème et ainsi introduit une certaine confusion sur les axes transversaux. À ce stade le comité d'experts suggère d'explorer quelques pistes :

- Ne pas rester exclusivement sur la notion de SE qui n'est pas forcément la notion la plus adaptée pour intégrer les compétences de l'unité ;
- Approfondir la notion de SE qui pose une difficulté particulière dans le cas des agro-écosystèmes avec les interactions entre composantes anthropiques et naturelles (que signifie le service de production pour un écosystème fortement anthropisé ? comment évaluer la composante intrinsèque de l'écosystème ?) et mieux focaliser les questions relatives à l'évaluation des SE ;
- La démarche d'intégration (qui vient en aval du projet) pourrait être mise en amont pour délimiter les objets d'études, les scénarios à considérer et les questions transversales en s'appuyant sur les points forts de l'unité (flux d'éléments dans les compartiments de la biosphère, comportement de la plante et des peuplements soumis à des stress biotiques et abiotiques, écotoxicologie).



**Une orientation vers l'échelle du territoire :** Le projet marque une inflexion nette vers l'échelle du paysage et de la région. Le passage à ces échelles soulève des questions scientifiques et méthodologiques spécifiques peu évoquées dans les rapports (bilan et projet). Le comité d'experts recommande de mener une réflexion sur le cadre conceptuel et les enjeux scientifiques pour appréhender les interactions spatiales et la variabilité spatio-temporelle du milieu et des pratiques agricoles. Un renforcement de compétences est à privilégier sur ces questions en interne (hydrologie, écotoxicologie du paysage) ou par des collaborations au sein du LabexBASC (écologie, dynamique de l'atmosphère).

**La modélisation** est une activité partagée par toutes les équipes de l'unité. Toutefois la présentation du bilan témoigne d'un relatif foisonnement. Le comité d'experts encourage l'unité à avoir une réelle stratégie de modélisation notamment dans la construction de modèles intégrés qui pourraient préfigurer les modèles de culture de nouvelle génération. Cette politique de modélisation gagnerait à s'élargir à une politique autour des bases de données, afin de valoriser les résultats des nombreux dispositifs expérimentaux lourds portés par l'unité.

**Valorisation des travaux.** L'unité est très bien positionnée dans des réseaux facilitant le transfert des résultats vers le monde socio-économique. L'unité gagnerait à mieux suivre l'impact des éléments transférés afin d'en tenir compte dans son pilotage scientifique.

### 3 • Appréciations détaillées

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

La production scientifique de l'ensemble des équipes de EGC est globalement excellente (> 2 articles à comité de lecture / an / ETP) et assez bien répartie sur les différentes équipes. Qualitativement, 80% des articles publiés le sont dans des revues de notoriété excellente ou exceptionnelle. La majeure partie de la production est réalisée au niveau des équipes dont le bilan est détaillé dans les appréciations relatives à celles-ci.

Le positionnement thématique des unités se situe au cœur des objectifs scientifiques portés par les tutelles (INRA et AgroParisTech).

En ce qui concerne EGC, des thèmes et des objets fédérateurs (ozone, pesticides, azote) permettent de développer des actions transversales entre les équipes, malgré le large spectre de compétences. Ces actions se concrétisent par des collaborations au sein de projets. Le comité d'experts salue la recherche d'une cohésion scientifique à travers le positionnement des équipes et les animations transversales. Toutefois, il ne ressort pas clairement comment ces animations transversales permettent d'élaborer des fronts de recherche aux interfaces des disciplines. La modélisation en est une bonne illustration avec un recouvrement très faible des efforts de modélisation déployés dans les équipes. Le projet ECOSYS mise fortement sur des actions entre les équipes, mais devra mobiliser fortement les différentes équipes dans l'élaboration de problématiques de recherche sur les domaines transversaux.

En ce qui concerne PESSAC, c'est une très jeune unité de recherche qui termine son premier contrat quadriennal avec un bilan très prometteur. Le comité d'experts salue le remarquable travail d'intégration qui permet d'offrir une réelle cohésion scientifique autour de thèmes porteurs et riche en évolutions possibles. Le niveau de production scientifique de PESSAC est excellent, le taux de publications dans des revues internationales à comité de lecture varie entre 1 et 3 selon les années, cette irrégularité est normale vu la faible taille de l'équipe, il est en 2013 de 2,16 à mi-année ce qui est très prometteur. Il faut également noter que la plupart des articles sont classés dans des revues à facteur d'impact excellent ou exceptionnel, ce qui témoigne d'une exigence forte de qualité. Les articles publiés concernent majoritairement le volet devenir des polluants qui est également majoritaire dans l'unité.

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

Le rayonnement et l'attractivité académiques sont excellents. Sur le plan international, le comité d'experts a noté :

- 18 projets internationaux, dont 2 projets en coordination ;
- Expertises internationales (GIEC, NINE, European Nitrogen Assessment) ;
- Organisation de colloque (RAMIRAN) et 19 conférences invitées ;
- Un prix international (Norbert Gerbier Mumm).

Au niveau national, les unités sont impliquées dans de nombreux réseaux scientifiques et ont contribué à des expertises collectives.

Au niveau local, l'UMR EGC assure la direction adjointe du labex BASC.

Ces éléments pour EGC sont repris plus en détail dans l'évaluation des équipes.

Les chercheurs de PESSAC sont significativement investis dans l'enseignement supérieur à une échelle qui dépasse largement celle de la proximité locale. On note en particulier des liens avec de nombreuses universités (Paris, Bordeaux, Strasbourg), ce qui est intéressant en matière de rayonnement car cela montre une capacité à sortir du domaine traditionnel des établissements du ministère de l'agriculture. Par ailleurs des enseignants-chercheurs des universités d'Île-de-France demandent leur rattachement à PESSAC pour y exercer leur activité de recherche. Une personne est déjà dans l'unité et une autre devrait l'être bientôt.

Les collaborations internationales de PESSAC sont encore peu nombreuses, il est mentionné des masters 2 avec le Canada, les Pays-Bas et le Liban et l'organisation de quelques workshops internationaux. Il s'agit certainement d'un point à développer, notamment *via* la participation à des programmes de recherche européens.



PESSAC joue un rôle important de coordination du réseau des écotoxicologues de l'INRA, cela revêt une importance particulière au moment où se met en place un plan d'action national qui va mobiliser les organismes sous la coordination des alliances.

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

Le positionnement thématique des unités est propice aux interactions avec les acteurs du développement agricole. Le comité d'experts souligne l'importance et la diversité des interactions avec l'environnement socio-économique. Des partenariats forts ont été établis au niveau d'EGC en s'appuyant sur les réseaux professionnels (UMT, RMT et réseau des chambres) et en participant à des projets avec les Instituts techniques. Ce partenariat s'étend également au monde industriel sur la métrologie (prix Pollut'EC pour le système ROSAA) et la gestion des Produits résiduaux organiques. Sur ce dernier point, cela a conduit à 13 co-publications avec Véolia, ce qui est un fait relativement rare dans le domaine, méritant d'être souligné. Trois thèses CIFRE y sont associées, dont deux déjà réalisées et une en cours.

La valorisation des travaux se fait également par une activité importante dans le domaine de la normalisation en contribuant ou en élaborant des normes ISO et AFNOR (11 sur l'ensemble EGC - PESSAC).

L'ouverture se manifeste également par la contribution à des expertises pour le compte de l'ADEME, l'ONEMA ou le ministère de l'agriculture. L'ouverture sur le grand public est également importante avec de nombreuses initiatives vers l'enseignement (interventions, émissions, participation à l'élaboration de livre SVT, ...) et le grand public (salon de l'agriculture, fête de la science, émissions de télévision ...).

Toutes ces actions témoignent d'une excellente implication de l'unité dans les relations avec la société civile et le monde économique. Cette démarche concerne l'ensemble du dispositif EGC-PESSAC. Les perspectives données dans le projet ne manquent pas. Il serait cependant important de s'assurer de l'impact des transferts réalisés notamment en ce qui concerne la diffusion des modèles et des innovations techniques. L'identification des « success stories » dans ces domaines pourrait renforcer le bilan et permettre d'améliorer la stratégie de valorisation.

PESSAC attribue aux interactions avec l'environnement social, économique et culturel un niveau de priorité faible (6% du temps), ce qui est conforme à sa mission, la lettre de mission du directeur de l'unité ne comportant aucun élément sur ce plan. Cependant l'impact de ces activités en lien avec la société est significatif. Outre des actions de culture scientifique et technique, PESSAC est en lien étroit avec les instances en charge de la normalisation en écotoxicologie et de la bioévaluation de la qualité des sols au niveau national (AFNOR) et international (ISO). Les chercheurs de PESSAC se sont également impliqués dans deux expertises collectives de l'INRA.

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

L'organisation de la vie collective des unités EGC et PESSAC est excellente. Les différentes catégories de personnel sont unanimes pour saluer le bon fonctionnement interne et attester d'une réelle collégialité dans la prise de décision. Un point de vigilance concerne la mobilisation du personnel technique fortement sollicité à la fois par les programmes de recherches, les plateaux techniques et les sites expérimentaux de long terme. Un sentiment de « surchauffe » lié à l'augmentation du nombre des projets peut conduire à une perte qualitative des interventions, d'autant que le personnel titulaire voit croître ses missions d'accompagnement et de formation des personnes recrutées temporaires.

EGC : L'unité a mis en place un projet de management avec des objectifs précis visant notamment la communication interne, la transparence dans les décisions et la définition des responsabilités. L'animation scientifique est principalement menée au niveau des équipes et une animation transversale a été établie autour de quatre thèmes. Les services communs se déclinent autour des fonctions qui doivent être prises en charge par l'unité. L'organisation apparaît donc comme opérationnelle. À noter en particulier la bonne qualité du suivi des agents (succès aux promotions, aide à la publication, suivi des thésards), le sérieux de la démarche qualité et l'effort consenti à la formation permanente.

PESSAC : Globalement, l'organisation de l'unité a été remarquée pour sa qualité. Le souci de bonne gouvernance, de concertation et de prévention des risques au travail est manifeste. L'ensemble de l'organisation de l'unité est consigné dans des documents internes. L'organigramme expose bien les responsabilités fonctionnelles et scientifiques. La structuration des activités autour d'un schéma conceptuel fédérateur a permis la création d'une réelle dynamique collective en 5 ans suite à la fusion de l'unité de Science du sol et de l'équipe écotoxicologie. La clarté de la vision des activités ainsi offerte a probablement été un vecteur de l'intégration réussie des activités



ECOTOX et de Science du sol. Le découpage en axes permet de faire vivre les champs disciplinaires tout en maintenant une certaine ouverture comme en témoigne le nombre important de projets financés impliquant des partenaires des deux axes. Bien que l'hygiène et la sécurité soient bien prises en compte, le risque lié à l'utilisation de véhicules, pourrait y être mieux développé du fait des nombreux déplacements sur le terrain.

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

L'unité EGC est fortement impliquée dans deux formations de master (STVE d'AgroParisTech et Sciences et technologie de Paris 6) en intervenant dans différentes disciplines et en portant le parcours sol (responsabilité de plusieurs modules - 210 heures d'enseignement). De nombreux stagiaires de ces masters sont accueillis. Au-delà, l'unité intervient dans de nombreuses formations (14) avec notamment la responsabilité de modules dans des masters<sup>2</sup> internationaux portés par ParisTech. Un soin particulier est porté à l'accueil des étudiants (conditions de travail, rencontre avec les responsables, aide technique). Le nombre de thésards est très bon avec 41 thèses soutenues dans le dernier quinquennat et 15 doctorants actuellement accueillis. Le suivi des thésards est satisfaisant : il n'y a pas eu d'abandon, les thèses sont réalisées dans les temps impartis (durée inférieure à 38 mois) et bien valorisées (moyenne de 2.9 articles par doctorant). Cependant, les thésards éprouvent certaines difficultés pour accéder aux tâches d'enseignement (pas de monitorat).

L'UPR PESSAC, de par son statut, est naturellement moins impliquée dans les enseignements de master. PESSAC s'inscrit dans le cadre de l'École Doctorale ABIES (Agriculture Alimentation Biologie Environnement et Santé) et au sein de laquelle elle est représentée au conseil scientifique et anime, en collaboration avec d'autres unités du domaine, la formation en écotoxicologie. L'unité a accueilli un nombre de doctorants (6) équilibré par rapport à son effectif et son nombre de HDR (3). Elle est impliquée dans de nombreux masters français (Paris, Strasbourg, Toulouse) et les écoles d'ingénieur (ENSAT et AgroParisTech).

De manière générale, le comité d'expert n'a pas disposé des éléments nécessaires pour se prononcer sur l'insertion professionnelle des docteurs. Ceux-ci ont mentionné qu'ils appréciaient la mise à disposition des réseaux de relations pour rechercher des post-docs.

La rencontre avec le directeur de l'ED n°435 ABIES et le représentant le directeur de l'ED n°129 (Science de l'Environnement) confirme la bonne impression laissée au comité d'experts après lecture du dossier : bonne implication dans la vie de l'ED (participation au conseil scientifique et pédagogique de l'ED), suivi des doctorants au-dessus de la moyenne, pas de problème rencontré avec les doctorants nécessitant une intervention de l'ED.

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

Le projet présenté résulte d'un travail interne de réflexion important conduisant à un travail en profondeur de redéfinition des objectifs. Cette réflexion impulsée par les tutelles, stimulée par la perspective de Saclay et initiée il y a 12 mois, n'est pas encore aboutie. Ce constat après lecture du document écrit a été confirmé lors de la visite. Par ailleurs, l'ensemble du personnel ne se sent pas encore très à l'aise avec ce projet, bien qu'il y ait une bonne adhésion pour cette évolution.

PESSAC rejoint EGC au sein de l'unité ECOSYS à laquelle elle apporte une dimension majeure qui est celle de l'étude du devenir des polluants au sein des sols, de l'influence de ces milieux complexes sur leur transfert dans l'environnement et des effets toxiques sur la faune, la flore et les champignons des sols cultivés. Cet apport d'une complémentarité originale confère à la nouvelle unité ECOSYS une place significative dans le développement de l'agroécologie avec une forte ambition partagée de réduction des impacts de l'agriculture sur l'environnement.

Le projet intègre deux évolutions majeures avec d'une part la fusion entre les unités EGC et PESSAC et d'autre part un recentrage des activités autour des services écosystémiques dont l'évaluation deviendrait une dimension importante du projet en permettant notamment de structurer les activités transversales. Deux inflexions viennent compléter ce projet avec une ouverture plus marquée sur l'échelle du territoire (région, paysage) et la prise en compte des changements climatiques. L'organisation proposée est matricielle avec la conservation des équipes dans leur contour actuel (qui deviennent des « pôles ») et la mise en place d'axes transversaux couvrant certains services écosystémiques (production agricole, valorisation des déchets, maintien et réservoir de biodiversité, régulation du climat, régulation de la qualité des compartiments de l'environnement) et les problématiques d'intégration pour l'évaluation des pratiques.

---

<sup>2</sup>Le nombre de masters dans lesquels intervient l'unité EGC étant très élevé, les intitulés de ces Masters ne sont pas précisés



L'entité ainsi constituée offre un continuum très intéressant allant des pratiques aux impacts (qualité du milieu, flux aux interfaces et écotoxicologie). Cette continuité n'est pas artificielle et peut s'appuyer sur des objets d'étude partagés (le sol, les pesticides, les peuplements végétaux) et des habitudes de collaboration. Des opportunités nouvelles particulièrement intéressantes seront facilitées par cette nouvelle proximité, comme le développement très innovant d'une écotoxicologie du paysage. D'un point de vue managérial, les directions ont montré par le passé une réelle capacité à créer des dynamiques collectives dans un cadre pluridisciplinaire, offrant ainsi certaines garanties pour le futur. Une telle unité devrait être une composante importante dans le domaine de l'agro-écologie. Le comité d'experts recommande que sur ce domaine, les opportunités de collaboration avec les futurs acteurs de Saclay soient intégrées dans la réflexion (liens avec l'UMR d'Ecologie Systématique et Evolution ESE notamment).

Concernant les perspectives propres des équipes, celles-ci seront traitées dans l'évaluation des équipes. D'une manière générale, on peut regretter que les pistes évoquées restent très générales. Concernant le projet fédérateur, celui-ci est encore en chantier, ce qui s'explique facilement avec les fortes ambitions du projet, le cadre de structuration des recherches renouvelé et le délai pour produire le document.

Le projet est desservi par une appropriation un peu maladroite de la notion de service écosystémique qui nuit à sa lisibilité et plus grave, pourrait nuire à la structuration des activités. Il semble que pour le comité d'experts, le cœur du projet est l'évaluation multicritère des pratiques de gestion des parcelles et du paysage dans un environnement subissant des contraintes. Tout cela est extrêmement vaste et mériterait d'être précisé. Dans l'évaluation multicritère, l'appropriation des concepts de services écosystémiques est intéressante. Il faudrait prendre garde de ne pas en faire un cadre d'analyse exclusif, des critères intéressants pouvant ne pas être un service écosystémique sensu stricto.

Service de production : ce qui est proposé ressemble plus à une maîtrise des conditions d'élaboration de la production, mais pas au service lui-même qui devrait s'exprimer in fine par un volume de production en séparant éventuellement les composantes naturelles de l'écosystème des composantes anthropiques. Par contre, l'analyse et la maîtrise des contraintes biotiques sur la production, telles que présentées dans le projet, peuvent s'affranchir de la notion de service. Ce thème, extrêmement vaste et important, mériterait d'être mieux délimité et traité dans un cadre conceptuel qui pourrait être issu d'une animation transversale.

Valorisation des déchets : le service écosystémique devrait plutôt être le traitement des déchets : comment l'écosystème permet-il d'éliminer les déchets ? Ce thème n'est pas très différent de ce qui est fait dans l'équipe sol. En quoi cela devient-il un thème transversal ?

Les services de maintien et réservoir de biodiversité et régulation du climat apparaissent comme les plus aboutis et, de fait, les plus proches du concept de service écosystémique, bien que le maintien de la biodiversité ne soit pas un service lorsqu'il s'agit de l'agrosystème ou des conséquences des contraintes exercées sur l'écosystème.

Le service évoqué par l'unité de « Régulation de la qualité des compartiments de la biosphère » semble vouloir aborder la question de l'atténuation de la pollution des sols agricoles et des milieux naturels par des pratiques culturelles qui limitent l'utilisation agricole d'intrants. Le lecteur comprend qu'il s'agit de rendre l'agriculture moins polluante tant pour la conservation des sols qu'elle a anthropisé que pour l'environnement naturel. Considérer cela comme un service écosystémique est choquant à plus d'un titre : on ne saurait considérer le pollueur comme apportant un service écosystémique du simple fait qu'il limite la pollution qu'il induit, pas plus qu'on ne peut mettre à son crédit une action environnementale vertueuse du fait de son ambition de ne pas détruire son outil de travail. Par contre, avoir les outils pour appréhender l'évolution de la qualité du milieu semble très pertinent.

Le projet mérite donc d'être approfondi. Le concept de service écosystémique ne semble pas à même de structurer seul la transversalité dans l'unité. Pour l'instant, le projet est très foisonnant et il serait judicieux de s'appuyer sur les axes transversaux, dont les contours pourraient évoluer, pour aider à limiter l'étendue du projet et poser les bases conceptuelles sur les thèmes partagés.



## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Sol (Bilan) - Science du sol (Projet)

**Nom du responsable:** M<sup>me</sup> Sabine HOUOT - M. Pierre BENOIT (depuis février 2011)

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	7	9
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	6 (5,8)	7
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	13 (12,2)	14
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	4	2
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	4
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>34 (33)</b>	<b>36</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	9	
Thèses soutenues	11	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	8	
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	8 (2 arrivées de BIOEMCO)

### • Appréciations détaillées

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

L'équipe est articulée en 3 axes très complémentaires et imbriqués (mêmes personnes intervenant) et couvrant tout le domaine d'échelle allant de l'agrégat à la région, en particulier en ce qui concerne l'apport des Produits Résiduaux Organiques (PRO) aux sols agricoles pour le suivi des modifications du cycle de N, C et le devenir des polluants organiques. Une spécificité est l'étude de ces différents processus en contexte péri-urbain, là où les PRO pourraient être le plus judicieusement recyclés. L'étude des processus à une échelle fine permet d'envisager une



modélisation du comportement de la Matière Organique (MO) et des pesticides. Différents modèles sont implémentés et améliorés à l'issue de l'acquisition des données de terrain ou de laboratoire. Cette approche apparaît assez systématique. Par contre, il est plus difficile de voir en quoi les modèles sont complémentaires et s'il y a des possibilités de couplage.

Excellente activité de publication en termes de ACL (24.4 /an en moyenne et 122 en tout) et autres (au total 492 + 89 pour l'ensemble de la période contre 1253+160 pour EGC dans son ensemble). Le taux ACL/ETP/an est en moyenne de 2.3, en progression par rapport à la période précédente et bien au-dessus de ce qui est défini comme « publiant » par l'AERES. Les supports choisis font partie des meilleures revues en sciences de l'environnement ou science du sol, ce qui induit une bonne citation des articles. Parmi des productions remarquables, il faut noter la présence de plusieurs publications de niveau exceptionnel. L'expertise de l'équipe et sa reconnaissance internationale ont permis la participation à des projets européens, l'accueil de 10 post-doctorants et a induit des invitations à présenter les travaux dans des colloques internationaux.

Les articles les plus significatifs concernent majoritairement les questions d'impact des épandages de PRO dans les sols ainsi que les éléments explicatifs du rejet des substances pesticides dans l'environnement après application. Ce dernier domaine concerne à la fois le ruissellement ou la percolation en milieu aquatique et la volatilisation. Il s'agit d'un apport très important à la compréhension et la modélisation des transferts de pesticides dans les sols eux-mêmes et dans l'environnement via les sols agricoles.

On peut citer également comme autres réalisations marquantes :

- La labellisation du SOERE-PRO par Allenvi ;
- En lien logique avec ce qui précède, une modélisation (non encore finalisée) a pour objectif de coupler le devenir des pesticides et celui des MO dans les sols et certains PRO (mulch, composts). Le modèle développé COP-SOIL est couplé au modèle PASTIS. Ces travaux sont originaux et semblent prometteurs, mais n'ont pas encore fourni beaucoup de productions ;
- La modélisation de la dégradation des pesticides à l'échelle fine de l'agrégat en lien avec la répartition des microorganismes. C'est un travail novateur qui explore une autre composante de la biodisponibilité à compléter dans le futur avec l'expérimentation 3D du fonctionnement microbien des sols ;
- Un gros effort de maintenance de bases de données est fait, ce qui est à saluer, en particulier pour la gestion des données du SOERE-PRO.

On note qu'une partie des travaux présentés est encore « en chantier » et demanderait à être poursuivie au cours du prochain quinquennal.

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

La liste des projets fait ressortir un nombre important de projets ANRs (10), mais également des sources très diversifiées de financement (UE : 2 (animation du projet SNOWMAN-ECOSOM, participation à un projet FP7), ADEME (4), Onema, ministères). Par contre cela est le fait essentiellement de 3 ou 4 chercheurs, surtout des DR, à l'exception d'un CR. Le comité d'experts note que peu de projets sont portés par les enseignants-chercheurs.

L'équipe est impliquée dans des réseaux (par ex RMT) et participe au Labex BASC. Elle participe à des comités locaux et nationaux et moins au niveau national, à quelques exceptions près. Étonnamment, l'équipe a peu de projets financés par la région, même si les recherches sont ancrées sur le territoire.

Les collaborations internationales sont nombreuses et de bon niveau. L'équipe a manifestement su profiter des programmes européens pour tisser un réseau de collaborations important qu'il conviendra d'entretenir. De nombreux partenariats avec les pays du sud attestent d'une préoccupation d'appui aux politiques de protection des sols tropicaux et d'une ouverture internationale remarquable. L'équipe a pris en charge l'organisation du colloque international RAMIRAN 2013 « Recycling of organic Residues for agriculture : from waste management to ecosystem services ».

Les séminaires internes donnés par des intervenants extérieurs (en particulier, une proportion importante d'étrangers) à l'équipe recouvrent ses préoccupations et illustrent son attractivité.



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

L'équipe affiche une volonté forte de développer des recherches finalisées en appui aux questions de durabilité de l'agriculture, la substitution des intrants azotés, l'impact des pesticides et le stockage du carbone dans les sols. L'équipe a des partenariats historiques avec la profession agricole (par ex. Arvalis), Syngenta et Veolia Environnement sur les thèmes phare : gestion/valorisation des PRO et impact des pesticides. On note un réseau important de relations avec de nombreux partenaires non académiques qu'il s'agisse d'industriels, de ministères ou d'agences (Ademe notamment). Cela témoigne d'un souci d'implication avec la société qui est remarquable. À noter que l'équipe anime le programme de recherches sur les pesticides du MEDDE, ce qui en fait un acteur majeur du plan Ecophyto.

On peut remarquer que la formalisation des données dans les modèles ainsi que le maintien de bases de données devraient contribuer à une valorisation plus finalisée avec ces partenaires.

Elle participe à diverses manifestations en lien avec les sols à différents niveaux (formation autre qu'académique, grand public).

La normalisation AFNOR de l'indice de stabilité de la MO permettant de relier la composition chimique des PRO au taux de C résiduel attendu dans les sols est également un point de valorisation à relever. La méthode est associée à une calibration par Spectrométrie Proche Infra Rouge afin de permettre une rapidité d'estimation. La caractérisation est complétée par le développement d'une typologie des PRO basée sur leurs caractéristiques physico-chimiques issues des procédés de traitement ; ces résultats ont permis d'obtenir récemment des projets sur la thématique.

On remarque que le taux de couverture de la masse salariale par des contrats industriels est faible, alors même que ces relations sont importantes (13 publications à comité de lecture avec Véolia). Il serait utile que le modèle économique des relations avec des partenaires privés soit précisé par les organismes partenaires à l'instar de ce qui existe au sein des instituts Carnot.

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

La cohérence de l'équipe est assurée par une animation autour de trois thèmes. Les éléments d'animation ne sont pas évoqués dans le dossier. Le comité d'experts note cependant une imbrication des axes de recherche qui montre une bonne cohésion du groupe.

Les équipements sont mutualisés entre les équipes et plus largement déjà avec PESSAC et BIOEMCO.

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

L'équipe est bien intégrée dans le monde de l'enseignement supérieur agronomique via notamment la présence des enseignants-chercheurs d'AgroParisTech. Elle est impliquée dans différents parcours de différents masters ou mentions de masters, toujours en relation avec leur thématique de recherche. Elle porte le parcours « sol » de 2 masters (210h /an) ayant conduit à l'encadrement de 15 stages de master (sur 52 en tout). Bien qu'existant, on note cependant que le tissu relationnel avec les universités est encore faible malgré un rapprochement avec l'Université Paris 6. Les collaborations intra INRA ou avec les établissements sous tutelle du ministère de l'agriculture restent majoritaires ; il conviendrait donc de porter les efforts sur d'autres types de coopérations moins consanguines.

Le nombre de thèses est de 1,7 thèse par HDR, ce qui est supérieur à la moyenne d'EGC, mais traduit aussi un déficit en HDR. Le nombre de thèses en cours est important et a été constant au cours de la période passée, avec des sources de financement très diverses et des rattachements à des ED variées, ce qui semble évoluer avec une prépondérance de l'ED ABIES ces dernières années. Avec 19 thèses et 2 HDR soutenues pendant la période évaluée, l'équipe témoigne d'une activité de formation par la recherche excellente.

Il n'y a pas d'EC avec HDR en juin 2013 (un EC avec HDR jusqu'en 2012). Même si la plupart sont relativement jeunes, la différence avec les chercheurs est criante. Cela limite leurs possibilités d'encadrement de thèse. Il conviendrait de mettre en place une politique volontariste dans ce sens. Il apparaît une volonté d'inverser la tendance dans les années à venir.



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

Les bases de la recherche fondamentale proposée ont déjà été posées dans le contrat quadriennal précédent et les ouvertures identifiées. Une partie des nouvelles orientations sont donc inspirées par les recherches précédentes et d'autres (peu) sont issues des nouvelles compétences qui seront acquises via l'incorporation des personnels de Bioemco. Le couplage d'une activité axée sur le transfert des polluants avec une unité qui s'intéresse à leurs impacts est très intéressant. Il comporte cependant le risque d'une réduction des questions d'écotoxicologie à la question agronomique des impacts sur les sols agricoles. Or, les enjeux des transferts dans les différents milieux et de leurs effets sont de la plus grande importance pour contribuer à la stratégie affichée de développement de l'agroécologie.

Le lien avec l'Institut IEES (structure dans laquelle la partie non INRA de l'UMR Bioemco se retrouvera) n'est pas clairement établi, alors que des personnels travaillant auparavant ensemble vont être séparés. En particulier, il reste un gros point d'interrogation sur les conséquences de ces restructurations sur l'accessibilité aux gros instruments.

## Conclusion

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

- la reconnaissance de l'équipe sur les thématiques PRO et pesticides matérialisée par de nombreux projets et de très bonnes publications ;
- les objectifs du projet sont clairs et bien présentés. Ils sont déjà adossés à des projets en cours ou commençant ;
- bonnes complémentarités entre les équipes ou parties d'équipe qui vont s'associer dans le nouveau quadriennal et qui vont renforcer les compétences « sol » de l'unité sur les thématiques PRO-MO et pesticides-écotoxicologie. Plus spécifiquement, l'apport de Bioemco va élargir la palette des compétences de l'équipe.

### ▪ *Points faibles et recommandations :*

- attention aux EC qui ont un taux de ACL/ETP plus faible que les chercheurs et qui n'ont pas d'HDR. Il semble qu'il y ait une forte pression sur les EC en matière d'enseignement, ce qui limite leur progression en recherche. Il faudra apporter, tant au niveau de l'unité que d'AgroParisTech, une attention particulière à leur progression ;
- beaucoup de pistes ouvertes en recherche qu'il faudra hiérarchiser et une forte utilisation de la modélisation qu'il faudra rationaliser ;
- l'incertitude pesant sur l'avenir des équipements utilisés par la partie de Bioemco qui sera rattachée à l'équipe. Il faut clarifier la situation ;
- attention également à ne pas négliger les questions de transferts de polluants de l'activité agricole vers les milieux naturels au profit des questions liées aux seuls sols agricoles.



**Équipe 2:** Plante (Bilan) - Ecophysiologie Végétale (Projet)

**Nom du responsable:** M. Bertrand NEY - M. Michaël CHELLE (depuis octobre 2011)

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	5	4
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	6 (5,8)	5
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	9	8
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>23 (22,8)</b>	<b>17</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	2	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	2

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe "plante" mène des travaux sur la plasticité structurale et fonctionnelle des plantes. Ses objets d'étude sont le colza et le blé, espèces majeures de grandes cultures, ainsi qu'*Arabidopsis thaliana*, qui est une plante modèle en physiologie végétale. L'équipe a adopté une approche multi-échelles et réalise des travaux en conditions contrôlées qui sont validés en conditions naturelles. La modélisation mécaniste, notamment le développement de modèles structure-fonction, tient une place importante dans l'activité scientifique de l'équipe, qui se positionne comme un des leaders internationaux sur cette thématique. Ces modèles permettent d'analyser la répartition des ressources (en particulier carbone et azote) au sein de la plante, et, grâce à un couplage avec des modèles épidémiologiques, à étudier les relations entre architecture et dynamique de développement des champignons



pathogènes. Durant le quinquennat, les travaux ont généré de nouvelles connaissances sur I) la compréhension des flux de carbone et d'azote vers les organes puits en phase post-floraison en tenant compte de la remobilisation depuis les organes sénescents, et II) sur l'analyse de la propagation des épidémies fongiques dans les peuplements de blé, en lien avec l'organogénèse et la densité du couvert. Les modèles couplant architecture des plantes et épidémiologie sont une originalité de l'équipe, tant au niveau national qu'international. Par ailleurs, un certain nombre de propositions nouvelles ont été faites concernant les traits fonctionnels des plantes à prendre en compte dans l'analyse de leur fonctionnement (importance du phyllochrone et de la température des feuilles de blé dans l'analyse des épidémies, ou de la plasticité de la floraison du colza, par exemple).

Qualitativement la production scientifique est d'excellent niveau, la plupart des travaux étant publiés dans les revues de référence des disciplines qui concernent l'équipe. Le rayonnement scientifique à court terme des articles publiés est très correct. Un tiers des publications sont issues de collaborations internationales. Quantitativement, avec 1.1 publication par ETP - chiffre légèrement sous-évalué du fait de nombreux congés maternité et de temps partiels - la production scientifique est stable par rapport au contrat précédent. Cette relative faiblesse quantitative est liée à l'hétérogénéité du nombre de publications entre les différents scientifiques, hétérogénéité qui n'a pas pour origine la distinction entre chercheurs et enseignants-chercheurs. L'équipe contribue également de façon significative à la diffusion scientifique à travers des chapitres d'ouvrages.

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

L'équipe développe des collaborations principalement au niveau national, avec des équipes INRA des départements EA et SPE, et avec l'INRIA. Au niveau international, des relations diversifiées ont été construites ou prolongées durant le dernier quadriennal: Agroscope (Suisse), WUR (Pays Bas), CAU (Chine), et Université de Buenos Aires (Argentine).

La participation à des projets scientifiques contractuels est essentiellement le fait de projets nationaux, ANR ou AAP ministères, assez nombreux. L'équipe n'a pas été impliquée dans des projets européens au cours de la période écoulée. Cependant il faut noter la volonté de développer un projet de formation doctorale internationale sur la modélisation des plantes. L'équipe a été motrice dans la création du labex BASC, et un de ses membres en a assuré la direction adjointe. L'équipe est engagée sur le long terme dans deux projets ANR "investissements d'avenir". Il conviendra de veiller à maintenir le niveau d'engagements contractuels du contrat passé afin de permettre la réalisation de son programme scientifique et d'accueillir une partie des personnels scientifiques et techniques qui contribueront à le conduire.

L'équipe a été co-organisatrice de 4 colloques ou workshops internationaux, portant sur ses thèmes phares, les FSPM (Function-Structure Plant Modeling) et les relations architecture-épidémie. Concernant cette dernière thématique, l'équipe co-anime un réseau national, EpiArch, qui est moteur dans le questionnement et les échanges scientifiques sur les relations entre épidémiologie et structure des couverts végétaux. Un scientifique co-anime également le réseau interaction génotype x environnement x conduite (IGEC) du département Environnement et Agronomie de l'INRA.

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

Le partenariat avec les instituts techniques (Arvalis et Cetiom) est très développé, avec plusieurs projets communs durant le contrat quadriennal, ayant débouché sur des articles co-signés. La contribution de l'équipe à la diffusion d'innovations techniques issues de ces travaux est moins évidente à percevoir, au-delà des articles dans des revues de transfert et des participations à des colloques avec les partenaires du développement.

Il est à noter que l'équipe a coordonné la publication d'une série de 4 normes AFNOR relatives à la bioindication et à la biosurveillance de la qualité de l'air.

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

Le quadriennat a été marqué par une structuration plus collective, avec la fusion des sous-groupes existant dans l'équipe lors de la période précédente. Le personnel technique a un rôle transversal, avec des personnes-ressources dédiées aux différentes mesures et analyses. Cette organisation semble contribuer à la cohésion interne, et à la planification stratégique commune. La complexité des processus étudiés justifie pleinement la démarche structurante jouée par la modélisation. Cependant, malgré ce rôle de lien fort joué par les modèles, il apparaît au comité d'experts que le centrage sur les objets « arabidopsis-colza » d'un côté et blé de l'autre reste assez



cloisonnant, avec peu d'interactions et de publications communes entre les scientifiques. Ceci peut pénaliser le nécessaire développement de démarches génériques dans l) l'analyse des interactions entre architecture et épidémiologie, et au-delà) dans l'analyse de la plasticité phénotypique des plantes, qui gagnerait à s'inscrire dans des comparaisons interspécifiques.

Il apparaît un risque d'isolement scientifique sur la thématique « ozone », risque bien identifié par l'équipe. Le risque doit être modéré par les questions sur ce thème portées par l'équipe biosphère/atmosphère, et la participation active au groupe de travail international ICP végétation, avec l'accueil d'un colloque en 2014. L'implication de l'équipe sur la compréhension des interactions entre ozone et maladies pourrait être mieux explicitée pour démontrer quelles collaborations concrètes seront générées au sein de l'équipe.

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

L'implication des enseignants-chercheurs de l'équipe dans les formations d'ingénieur et de master d'AgroParisTech est excellente. En particulier, un professeur de l'équipe a dirigé la mention "Espace, Ressources, Milieux" du master STVE de l'établissement. En M2, les enseignements sont principalement proposés dans la spécialité "De l'agronomie à l'agro-écologie" (50h/an). Un membre de l'équipe a assuré la présidence du Département Science et Ingénierie Agronomiques, de l'Eau et de l'Environnement (SIAFEE) d'AgroParisTech.

Six thèses encadrées par des membres de l'équipe plante ont été soutenues pendant la période 2008-2013, avec 1/3 des doctorants d'origine étrangère; 11 mémoires de master ont été réalisés. La capacité d'accueil de doctorants pourrait être augmentée par de nouvelles HDR au sein de l'équipe, qui a la possibilité de les obtenir.

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

Le projet de l'équipe "plante" au sein d'Ecosys s'inscrit dans la démarche transversale d'évaluation des services écosystémiques issus de la production agricole. Ce projet d'équipe est dédié à la production de connaissances sur le service de production, à travers l'étude du fonctionnement des peuplements dans un contexte d'évolution de l'agriculture vers l'agroécologie. La démarche consiste en une exploration plus poussée de la variabilité génétique, conduite via l'analyse de la plasticité fonctionnelle des plantes. Cette analyse restera, semble-t-il, circonscrite aux effets des contraintes biotiques et abiotiques déjà étudiées lors du précédent contrat quadriennal: azote et champignons foliaires du blé. Comme cela a été souligné plus haut, l'exploration du fonctionnement de la plante pendant des phases particulières de son cycle et/ou sous l'effet de quelques facteurs ou contraintes externes ne permet pas en soi d'envisager une analyse de la fonction de production. La volonté de porter une attention plus forte au compartiment racinaire semble d'autant plus justifiée qu'elle permettra une meilleure interaction avec les pôles science du sol et écotoxicologie, et d'un point de vue transversal de renforcer l'étude des services de régulation de la qualité des compartiments de l'environnement et de maintien de la biodiversité. Cela devrait probablement nécessiter une évolution des questions de recherche en interne, car les perspectives de réaliser des études en collaboration - comme cela est évoqué dans le projet - ne paraissent pas à la hauteur des enjeux en termes de structuration et de collaborations au sein de l'unité. Les questions portent sur l'analyse et la modélisation de la dynamique de développement et d'acquisition des ressources des systèmes racinaires en lien avec le sol, notamment l'expression de leur plasticité en fonction de la gestion des sols (travail/non travail du sol, mulchs, apports de PRO) et les conséquences pour le fonctionnement général du peuplement. Des recherches pourraient émerger sur l'impact du développement et du fonctionnement de la rhizosphère sur la dynamique des contaminants et leurs effets écotoxicologiques.

La prise en compte des effets du changement climatique se focalisera sur les épidémies fongiques. Le service de maintien de biodiversité sera abordé par la question des associations végétales intra et interspécifiques. Ce type de questions, ayant vocation à donner des résultats tant théoriques que finalisés, devrait être abordé en collaboration avec des agronomes, qui pourtant ne sont mentionnés ni dans le bilan collaboratif de l'équipe, ni dans les perspectives. Du point de vue des enjeux en termes de connaissances, ce sont probablement là encore les interactions souterraines qui prédominent, comme cela est souligné dans les perspectives. La crainte mentionnée par l'équipe d'être "diluée" au sein d'ECOSYS sera d'autant moins préoccupante que ses chercheurs sauront infléchir, à plus ou moins long termes, leurs travaux vers les thématiques d'interface permettant les collaborations inter-équipes.



## Conclusions

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

La modélisation mécaniste structure-fonction positionne l'équipe dans les leaders internationaux sur cette thématique ;

Les modèles couplant l'architecture des plantes et l'épidémiologie sont une originalité forte de l'équipe, tant au niveau national qu'international ;

La production scientifique est qualitativement d'excellent niveau ;

L'équipe développe de nombreuses collaborations au niveau national ;

Au niveau international, des relations diversifiées ont été construites ;

L'équipe a été moteur dans la création du labex BASC, et un de ses membres en a assuré la direction adjointe ;

L'équipe est engagée dans deux projets ANR "investissements d'avenir" ;

L'équipe co-anime deux réseaux nationaux du département Environnement et Agronomie de l'INRA (EpiArch et IGEC) ;

L'équipe a coordonné la publication d'une série de 4 normes AFNOR ;

Les animateurs de l'équipe sont fortement impliqués dans la vie collective de l'unité, et dans la participation aux instances de concertation ou de décision de l'INRA et d'AgroParisTech ;

Les enseignants-chercheurs de l'équipe sont très impliqués dans les formations d'ingénieurs et de master d'AgroParisTech.

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

La production scientifique pourrait être plus importante et quantitativement plus homogène au sein de l'équipe ;

Le partenariat avec les instituts techniques est très développé. La diffusion d'innovations techniques issues de ce partenariat est cependant en retrait ;

Il faut raisonner l'implication de l'équipe sur la thématique « ozone », risque d'isolement scientifique cependant modéré par l'implication de l'équipe biosphère/atmosphère ;

Évaluer la possibilité de faire évoluer les projets au niveau européen.

### ▪ *Recommandations :*

Veiller à renforcer la cohésion structurelle/fonctionnelle de l'équipe plante ;

Rechercher à renforcer les liens avec les autres équipes de l'unité ;

Développer des démarches génériques d'analyse des interactions entre architecture et épidémiologie, de la plasticité phénotypique des plantes ;

Augmenter la capacité d'accueil de doctorants par de nouvelles HDR au sein de l'équipe ;

Veiller à bien intégrer dans les travaux de la variabilité génotypique originale (en particulier sur le système racinaire) issue des ressources génétiques du colza ;

Évaluer la pertinence de développer des interactions avec les pôles science du sol et écotoxicologie autour de l'objet « compartiment racinaire » pour renforcer l'étude des services de régulation de la qualité des compartiments de l'environnement et de maintien de biodiversité ;

Évaluer l'opportunité de renforcer les collaborations avec les agronomes.



**Équipe 3:** Biosphere-Atmosphere (Bilan) - Bioclimatologie (Projet)

**Nom du responsable:** M. Laurent HUBERT - M. Benoît GABRIELLE (depuis juin 2009)

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	9 (8,5)	8
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	12 (11,6)	11
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2	2
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	2
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>27 (26,1)</b>	<b>26</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	5	
Thèses soutenues	15	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	12	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	7

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe Biosphère-Atmosphère a publié sur la période 2008- juin 2013, 128 articles dans des revues à comité de lecture et 48 chapitres d'ouvrage et a participé à de nombreuses conférences sous forme de communications orales (153) ou de posters (104). Une large partie de ces publications sont co-signées avec des partenaires étrangers ce qui traduit la visibilité internationale de l'équipe. Sur la période 2008-2012, 85 publications à comité de lecture sur 106 sont excellentes ou exceptionnelles dans au moins une discipline. Le nombre d'ETP chercheurs et enseignants-chercheurs permanents dans l'équipe Biosphère-Atmosphère est de 9.8, ce qui sur la période 2008-2013 se traduit par un taux de publications de 2 articles par ETP et par an, et aucun non-publiant au regard de la liste de publications de la période. La productivité scientifique se situe donc à un bon niveau dans les journaux de référence de la

communauté à fort impact. Cette production scientifique reflète la qualité des recherches ainsi que l'intégration de l'équipe dans des réseaux internationaux.

Les travaux sur le cycle de l'azote sont particulièrement remarquables, combinant modélisation (en particulier avec les modèles CERES-EGC et Volt'Air) et observation (coordination de sites de mesures dans des réseaux internationaux comme ICOS; métrologie innovante pour la mesure des gaz avec ROSAA qui a été identifié comme "fait marquant" de l'INRA et primé par le prix Pollut'EC). Ces travaux sont conduits à la fois dans une démarche de recherche fondamentale mais aussi dans un fort contexte partenarial en particulier avec des instituts techniques du développement agricole. L'ouverture sur des approches paysagères est intéressante et originale. Les premiers résultats devraient constituer une part importante du socle pour aller vers les échelles du territoire, mis en avant dans le projet d'unité.

Un deuxième axe concerne les interactions entre couvert végétal et atmosphère. Ces travaux ont fait l'objet de "faits marquants" INRA sur le rôle de la biodiversité pour réduire la dispersion de maladie fongique aérienne et sur la vulnérabilité des agro-systèmes à l'ozone.

On peut enfin s'interroger sur le nombre important de modèles qui mobilisent pour leur développement de nombreuses personnes de l'équipe (12). Ceci peut apparaître, "de loin", comme un indicateur de risque de dilution des ressources, le développement de modèles nécessitant des investissements humains et techniques importants. Si le modèle de chimie-transport CHIMERE, développé au Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD), est "seulement" utilisé, l'objectif affiché d'acquérir une autonomie sur la mise en œuvre de l'outil ne tend pas à rassurer sur le risque de dilution.

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

Au niveau international, l'équipe bénéficie d'une position reconnue sur les échanges de carbone, d'azote et de polluants atmosphériques, comme en témoigne sa participation aux projets Européens CARBOEUROPE, NITROEUROPE (avec la responsabilité d'un Work-Package), ICOS (Grignon est l'un des sites retenus pour les grandes cultures), INGOS et ECLAIRE (FP7). L'équipe contribue à l'initiative NINE (Nitrogen in Europe) de l'European Science Foundation, et aux réseaux ACCENT (FP7) et COST. L'organisation d'un séminaire ECLAIRE/COST en septembre 2012, et d'une École d'été Européenne (prévue au printemps 2014) dans le cadre du projet ECLAIRE témoigne également de la reconnaissance de l'équipe. La co-signature de nombreux articles avec des chercheurs étrangers sur ce thème de recherche témoigne du rayonnement international de l'équipe.

L'équipe s'implique dans le domaine de la bioénergie (et des biocarburants en particulier) avec la coordination du projet LOGIST'EC (FP7) et la responsabilité du volet ressources en biomasse et durabilité du programme BIOENERGY de l'European Energy Research Alliance. Cette implication constitue une suite au réseau d'excellence Bioenergy du FP6, dont un membre de l'équipe faisait partie du bureau. Toutefois, si l'investissement dans les tâches de coordination est important, avec des actions de grande envergure, le lien avec les problématiques de recherche est peu visible, que ce soit dans le bilan ou les perspectives.

Au sein de l'équipe, le programme de recherche international sur le thème de la gestion de l'eau en région méditerranéenne a une visibilité internationale importante. Le comité d'experts regrette qu'aucun relai au sein de l'INRA ne soit pris après le départ à la retraite du porteur.

Au niveau national, les membres de l'équipe ont reçu 3 médailles de l'Académie d'Agriculture, le prix international Norbert Gerbier Mumm pour un article de synthèse co-signé par l'équipe, le prix de la Fondation de Recherche pour la Biodiversité pour les travaux sur les mélanges de variété.

En termes d'expertise, l'équipe a participé aux travaux du GIEC sur la bioénergie, de NINE et à l'European Nitrogen Assessment, avec la coordination d'un chapitre. Les membres ont été invités à présenter leurs travaux dans une dizaine de conférences internationales et une vingtaine de conférences nationales.

L'équipe a coordonné une vingtaine de projets, financés par des bailleurs publics (ANR, Commission Européenne, ADEME), ou des partenaires privés.

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

L'équipe collabore avec les partenaires du développement agricole (Instituts techniques comme ARVALIS, le CETIOM, l'Institut de l'élevage, et des Chambres d'agriculture) qui s'est concrétisé par l'octroi de bourses CIFRE (3 sur le quadriennal), la participation ou co-coordination de projets CASDAR (Ministère chargé de l'Agriculture), et la co-



animation avec le CETIOM de UMT GES-N2O. L'équipe participe également à plusieurs RMT, qui rassemblent partenaires du développement et équipes académiques sur des sujets finalisés comme la gestion de l'azote (RMT Fertilisation et environnement) ou la bioénergie (RMT Biomasse). Les exemples de transfert vers ces partenaires incluent le modèle Volt'Air de volatilisation d'ammoniac, la réalisation d'abaques de dépôts de pesticides pour l'ONEMA, et une contribution au modèle Syst'N de raisonnement des apports d'engrais azoté (pour les Instituts Techniques).

En termes d'appui aux politiques publiques, l'équipe a contribué à de nombreuses expertises pilotées par l'INRA ou d'autres organismes (ADEME, ONEMA), et a en particulier coordonné une expertise collective sur l'azote et l'élevage.

Les chercheurs participent régulièrement à des actions de vulgarisation ou médiation scientifique, comme la Semaine du Développement Durable, des Cafés des Sciences, des interventions dans les médias sur les changements climatiques, la qualité de l'air, ou l'énergie, ou encore des tables rondes ou séminaires organisés par des associations professionnelles.

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

Peu de détails explicites sont fournis sur l'organisation et la vie de l'équipe comme l'organisation de réunions, de séminaires internes. Une première remarque sur l'organisation est la cohésion dans l'activité de publication. Environ 1/4 des publications rassemblent au moins 4 personnes de l'équipe, certaines associant les ingénieurs et techniciens sur des aspects métrologiques et méthodologiques, traduisant une intégration des travaux au sein de l'équipe. La deuxième remarque concerne l'encadrement de thèses. Environ 1/3 des thèses sont encadrées par un HDR et un co-encadrant non HDR, ce qui dénote une politique active pour l'obtention d'HDR. Enfin, les projets obtenus apparaissent structurants avec de nombreux personnels de l'équipe impliqués dans les projets.

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

L'implication dans l'enseignement est variée au travers de nombreuses contributions de l'unité EGC dans les filières de formation :

- L'équipe est fortement impliquée dans le master Science et Technologies du Vivant et de l'Environnement (STVE) (établissement support AgroParisTech), en particulier dans la mention « Espaces, Ressources, Milieux ». Elle est impliquée significativement dans le master de Sciences et Technologie (établissement support Université Paris 6), en particulier dans la spécialité « Environnements continentaux et hydrosociétés » (ECH) qui est commune à la mention « Sciences de l'univers, environnement, écologie » (SDUEE) de ce master et à la mention ERM du master STVE. Elle est aussi impliquée dans le parcours « Biosphère » de la mention ECH, commune aux deux masters.

- Elle a un rôle actif dans 3 masters internationaux avec la prise en charge de modules de formation. Elle prend en charge des enseignements en agrométéorologie et bioclimatologie dans diverses structures (ESITPA, CIHAM).

- De nombreux étudiants provenant de ces formations sont accueillis en stage.

L'équipe a accueilli 18 doctorants dont 13 ont soutenu leur thèse. La plupart des doctorants ont valorisé leur travail de recherche dans des publications. Trois doctorants ont été financés sur bourse CIFRE (2 avec Arvalis et 1 avec le CETIOM) et 1 sur une chaire d'entreprises « Nouvelles Stratégies Energétiques », ce qui traduit le partenariat fort entre l'unité et le réseau industriel. On peut noter que 3 bourses de thèse ont été financées via des collaborations avec des partenaires "du Sud" (1 Syrie, 2 Algérie) qui démontre l'attractivité de l'équipe à l'international. On peut regretter l'absence d'information sur le devenir des étudiants après leur soutenance de thèse.

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

L'équipe va devenir le pôle "Bioclimatologie" de l'unité ECOSYS mais sans modification de ses contours d'un point de vue des personnels impliqués et des objectifs scientifiques proposés. La continuité des recherches entre le précédent contrat et le nouveau est donc clairement affichée. Toutefois, le contexte "changements climatiques et globaux" est un angle d'approche que le pôle veut développer dans le quinquennat, d'autant plus qu'il apparaît comme fédérateur pour ECOSYS. À cela s'ajoutent d'autres orientations comme la prise en compte d'échelles spatiales plus grandes, les changements d'usage et l'étude d'espèces ou systèmes, avec comme champ d'application l'aménagement du territoire.

Sur l'axe "processus d'échanges biosphère-atmosphère", les orientations nouvelles du pôle concernent: les processus aux interfaces sol-plante-atmosphère pour les gaz polluants, la chimie dans le couvert végétal, le déterminisme microbiologique des émissions depuis le sol, le fonctionnement de la plante et la prise en compte des composés organiques volatils (COV) et particules. Ces thèmes sont très larges et dépassent parfois les compétences de l'équipe. Il serait important de mieux définir sur chacun d'eux les questions réellement abordées, les apports spécifiques et les besoins de partenariat. Par exemple, quelles seront les contributions de l'équipe sur les processus microbiologiques du sol qui contribuent aux émissions d'azote et quelles seront les collaborations avec les microbiologistes des sols ?

Sur l'axe "devenir intégré des intrants", les axes nouveaux ou renforcés sont le développement du modèle NitroScape, ainsi que FIDES ou MODAS en proximité de parcelles agricoles. À plus grande échelle, l'intégration des échanges biosphère-atmosphère et cadastres d'émission dans les modèles de chimie-transport (e.g. CHIMERE) sera développée et une ouverture effectuée sur des approches produits ou filière. Comme pour l'axe précédent, il y a un besoin de préciser les objectifs scientifiques et finalisés sur un domaine qui peut s'avérer très vaste. À l'échelle d'un territoire, quels sont les objectifs recherchés ? Quels sont les leviers d'action ? Quels besoins de connaissance et de méthodes ? Le comité d'experts encourage une telle réflexion qui aura un effet sur la lisibilité du positionnement scientifique et l'impact des résultats.

Si les perspectives de l'axe "processus d'échanges biosphère-atmosphère" font apparaître des orientations nouvelles et justifiées, les perspectives de l'axe "devenir intégré des intrants" semblent très méthodologiques, avec le développement et la validation de nombreux modèles. À la lecture du document, les questions et processus nouveaux devant être abordés dans les années à venir sont moins clairement exposés. Les collaborations "proches" avec les acteurs "bioclimatiques" du plateau de Saclay (e.g. IPSL, ESE, ... et labex BASC et L-IPSL), où l'unité devrait s'implanter vers la fin du quinquennat auraient mérité une description plus détaillée. C'est une démarche à réaliser au plus tôt car l'Université Paris-Saclay existera officiellement dès 2014. Une structure de recherche forte et multidisciplinaire autour des questions environnementales est importante pour pouvoir répondre aux appels d'offre de l'université.

La problématique autour de la production de biomasse, qui mobilise l'équipe sur de gros projets, n'est que peu évoquée. La place du thème « biomasse » dans les thématiques scientifiques doit être posée.

Le pôle "bioclimatologie" s'appuie sur des compétences fortes en modélisation et expérimentation, ce qui devrait permettre de maintenir des recherches de très bonne qualité.

## Conclusions

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

Le pôle "bioclimatologie" s'appuie sur un positionnement scientifique original et des bases solides en termes de production scientifique de qualité, de projets innovants, d'outils maîtrisés en termes d'observation et de modélisation.

Il est très bien inséré dans la communauté scientifique internationale et contribue fortement aux enseignements de niveaux master.

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

La forte diversité des modèles dans le développement desquels le pôle "bioclimatologie" est impliqué constitue un risque de dilution des moyens humains et techniques.

L'évolution du pôle vers une approche plus orientée vers les expériences en laboratoire et les conditions contrôlées est louable et complémentaire de l'approche historique observation de terrain/modélisation. Mais cette évolution nécessite des moyens techniques et des expertises que l'équipe n'a pas à ce jour que par l'intermédiaire de collaborations. Une évolution dans ce sens pose là aussi la question du risque de dilution des moyens humains et techniques.

Les orientations futures mériteraient d'être précisées.

### ▪ *Recommandations :*

Dans une évolution du paysage de recherche vers l'Université Paris-Saclay (avec une implantation probable à la fin du quinquennat de l'unité sur le plateau de Saclay), il est important que les synergies avec les autres laboratoires de l'Université Paris-Saclay, spécialistes des questions de climat (e.g. IPSL) et d'écologie (e.g. ESE) soient mieux explicitées (e.g. quel cadre collaboratif effectif au sein du labex BASC ? quelles collaborations à renforcer ou développer avec l'IPSL ?...). C'est une démarche importante pour éviter la dilution des moyens, en particulier sur l'axe



modélisation intégré sol-plante-atmosphère et évolution climatique. C'est enfin important pour que ce "nouveau" réseau de recherche soit force de proposition au sein de l'Université Paris-Saclay dès le début de son existence en 2014 en réponse aux futurs appels d'offre de l'Université Paris-Saclay.

Il est important aussi que le pôle ne dilue pas ses ressources sur de trop nombreux développements méthodologiques et définisse une stratégie de modélisation qui pourrait être plus structurante.

Dans les perspectives, certains objectifs dépassent clairement les compétences de l'équipe. Le comité d'experts recommande de clarifier les collaborations à développer pour mener les recherches.



**Équipe 4:** Ecotoxicologie

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

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	7
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	19
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>27</b>

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

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

Le projet pour l'équipe est dans la continuité des travaux réalisés dans la période avec une ouverture sur plus de complexité : cocktails de polluants, les cibles biologiques en prenant en compte les interactions et l'échelle des populations, le paysage. La présentation de la démarche s'appuie sur un solide cadre conceptuel dans lequel les questions scientifiques et les hypothèses de travail sont clairement posées. Cette évolution est assez logique, mais elle soulève le risque d'une certaine dispersion au regard des forces en présence. Le comité d'experts recommande qu'une réflexion sur le choix des polluants et des organismes cibles soit faite en amont en lien avec le pôle sol (l'utilisation de l'outil TYPOL évoqué dans le dossier va dans ce sens). Par ailleurs, des outils d'investigation haut débit comme ceux offerts par la plateforme Biochem env ou la stratégie de modélisation devraient être des atouts à mieux placer au cœur de la stratégie de recherche. C'est probablement sur le choix des objets d'étude et des angles d'approche que le pôle pourra construire sa renommée à l'international.



En matière d'écotoxicologie le comité d'experts a apprécié le souhait de développer l'écotoxicologie du paysage. Ce domaine est très novateur, il consiste à aborder les risques écotoxicologiques à l'échelle des territoires concernés en tenant compte des activités anthropiques locales, des conditions spécifiques des transferts dans les milieux et de la vulnérabilité propre des écosystèmes exposés. Ce champ de recherche pourrait remettre en question les pratiques de gestion des substances chimiques et des pesticides.

Les orientations prises par le pôle d'écotoxicologie s'inscrivent bien dans le projet de la nouvelle UMR ECOSYS. La contribution du pôle à l'évaluation des SE est l'une des plus abouties. L'apport de PESSAC à cette nouvelle UMR est important pour les enjeux biologiques, tant en ce qui concerne les impacts que le devenir des polluants. La constitution d'ECOSYS devrait renforcer les partenariats avec l'université et AgroParisTech, grâce aux réseaux de l'UMR EGC qui est en avance sur ce point.

## Conclusion

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

Thématique porteuse en phase avec les enjeux de l'INRA en agroécologie ;

Couplage des questions de devenir des substances et de leurs effets toxiques sur les organismes du sol ;

Champ de recherche original et novateur de l'écotoxicologie du paysage ;

Une composante centrale du projet ECOSYS qui devrait faciliter l'intégration de l'équipe de taille plutôt réduite par rapport à l'ensemble ;

Un schéma conceptuel des activités scientifiques structurant et ouvert en termes de perspectives ;

Des liens forts déjà existants avec l'équipe sol d'EGC ;

Equipe jeune et très active (animation interne à l'INRA, publications, etc).

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

Une ouverture internationale à consolider ;

Des ambitions méthodologiques fortes, mais un appui technique limité ;

Site distant de Grignon et de Saclay, déstabilisation du personnel et risques de départs pour des raisons d'organisation du lien entre le lieu de vie et le lieu de travail ;

### ▪ *Recommandations :*

Approfondir le concept d'écotoxicologie du paysage, notamment en termes d'échelles pertinentes et le raccorder aux enjeux de pressions de l'agriculture et de (vrais) services écosystémiques ;

Donner une place importante aux enjeux de transfert et d'impact dans les milieux hors terres agricoles à l'échelle des territoires.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

Début :	Jeudi 12 décembre 2013 à 08H30
Fin :	Vendredi 13 décembre 2013 à 13H00
Lieu de la visite :	Centre AgroParisTech de Grignon
Institution :	INRA - AgroParisTech
Adresse :	Avenue Lucien Brétignières, 78850 Thiverval Grignon
Locaux spécifiques visités :	Pas de visite en dehors de la salle de réunion de l'UMR EGC

### Déroulement ou programme de visite

#### Jeudi 12 décembre

08H45- 09H00	Présentation du comité d'experts et présentation de l'AERES par le Délégué Scientifique (DS)
09H00	Présentation du bilan de l'UMR EGC : M. Enrique BARRIUSO
	Présentation des bilans et perspectives des équipes EGC
09H40	Bilan et perspectives de l'équipe « Sol » M. Pierre BENOIT
11H00	Bilan et perspectives de l'équipe « Plante » M. Michaël CHELLE
12H00	Bilan et perspectives de l'équipe « Biosphère-Atmosphère » M. Benoît GABRIELLE
14H00	Bilan de l'unité PESSAC et perspectives de l'équipe « Ecotoxicologie, M. Christian MOUGIN, M <sup>me</sup> Isabelle LAMY, M. Michael HEDDE
15H30	Présentation du projet de la nouvelle unité résultant de la fusion de EGC et PESSAC : ECOSYS. M. Enrique BARRIUSO
16h45	Rencontre avec les représentants des tutelles
17H15	Rencontre avec les représentants des Écoles Doctorales
	Sessions de rencontre avec les personnels
17H30	Rencontre avec les techniciens, ingénieurs et administratifs titulaires et CDD
18H00	Rencontre avec les chercheurs et enseignants-chercheurs permanents
18H30 - 19H30	Réunion du comité d'experts à huis clos
	<b>Vendredi 13 décembre</b>
08H30	Rencontre avec les doctorants et post-doctorants et/ou CDD « chercheurs »
09H00	Rencontre avec la direction de l'unité
09H30-13h00	Réunion du comité d'experts à huis clos



## 6 ● Observations générales des tutelles

Grignon-Versailles, le 13 mars 2014

**Evaluation AERES des unités EGC et PESSAC et du projet de fusion ECOSYS –  
UMR « Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des agrosystèmes »  
sous tutelle d'AgroParisTech et de l'INRA**

**Réponse des unités EGC & PESSAC**

Les directions des unités remercient les membres du Comité de visite de leur travail d'évaluation sur nos activités passées et leurs encouragements, indications et points d'attention sur le nouveau projet d'UMR pour le prochain quinquennat. Tous les commentaires du rapport et les questions sont très pertinents. Le projet de fusion de nos deux unités, nous l'avons voulu ambitieux et innovant, c'est la raison pour laquelle les indications du Comité de visite nous seront très précieuses pour finaliser le projet et pour le discuter avec les tutelles de la future UMR.

Dans cette réponse synthétique, nous apporterons quelques éléments de réponse aux questions soulevées dans le rapport dont certaines n'ont pas pu être traitées avec l'approfondissement nécessaire en raison du format AERES, tant pour les présentations de nos bilans et de notre projet, que pour la durée de la visite du Comité.

Nous avons signalé à l'AERES des ambiguïtés dans le rapport principalement liées à sa construction qui, du fait d'un traitement conjoint des bilans des deux unités EGC et PESSAC, empêche dans certains passages d'identifier clairement quelle unité est ciblée dans les commentaires. Ce rapport gagnerait en clarté et serait plus lisible pour les unités, si les bilans des unités étaient traités séparément. Au moment de l'évaluation, EGC et PESSAC sont encore deux entités séparées. L'évaluation du projet ne constitue qu'un des quatre critères d'évaluation qui aurait pu constituer une partie commune à ajouter aux évaluations séparées des bilans d'EGC et de PESSAC. Il nous semble que la procédure suivie par l'AERES pourrait facilement être améliorée dans le cas des fusions des unités. Un résultat de ce problème de construction est que le rapport ne fournit qu'une évaluation détaillée très succincte du pôle Ecotoxicologie (1 page) au regard de celle des 3 autres pôles (3 à 4 pages).

**Réponses sur le positionnement des activités des unités EGC et PESSAC**

• **Stratégie de modélisation** (pages 6, 22, 25) :

*« L'absence de stratégie de modélisation a conduit à l'élaboration d'un grand nombre de modèles pouvant d'une part mener à une dispersion des efforts et d'autre part, rendre difficile l'intégration des résultats et limiter les ambitions du projet d'unité. »*

*« On peut enfin s'interroger sur le nombre important de modèles qui mobilisent pour leur développement de nombreuses personnes de l'équipe (12). Ceci peut apparaître, "de loin", comme un indicateur de risque de dilution des ressources, le développement de modèles nécessitant des investissements humains et techniques importants. Si le modèle de chimie-transport CHIMERE, développé au Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD), est "seulement" utilisé, l'objectif affiché d'acquérir une autonomie sur la mise en œuvre de l'outil ne tend pas à rassurer sur le risque de dilution. »*

*« La forte diversité des modèles dans le développement desquels le pôle "bioclimatologie" est impliqué constitue un risque de dilution des moyens humains et techniques. »*

L'activité de modélisation est effectivement très importante dans les trois équipes de l'unité EGC, impliquant environ une vingtaine de personnes, en y incluant des informaticiens et des scientifiques modélisateurs (développeurs de code et utilisateurs intensifs de modèles). Les commentaires du Comité vont dans le sens de notre volonté d'améliorer les complémentarités entre modèles et

approches de modélisation, et d'utilisation de la modélisation comme outil d'animation transversale, ce qui n'est pas complètement abouti.

Par rapport au nombre de modèles développés et utilisés dans l'unité EGC, il convient d'effectuer une distinction entre des modèles très analytiques et à spectre pointu permettant de comprendre et d'étudier des processus (comme la dynamique des matières organiques au niveau de la microporosité du sol, la détoxification de l'ozone ou la volatilisation de pesticides), et d'autres modèles plus intégrés qui nécessitent en effet un appui scientifique et technique conséquent pour leur développement. L'unité EGC, et en particulier son équipe BioAtm, a fait des efforts sur le dernier quinquennat pour faire converger ses différents modèles, à deux niveaux d'échelle : écosystème (modèle CERES-EGC) et paysage (NitroScape), via des couplages ou encapsulations. Même si le point d'équilibre pourrait être amélioré pour pallier le risque de « dilution », la coexistence entre les deux types de modèles est souhaitable et nécessaire pour pouvoir progresser sur la compréhension des processus aux échelles fines (infra-parcellaire), les interactions entre processus au niveau de l'écosystème, et enfin l'appréhension d'échelles plus larges. Il serait illusoire de répondre à la diversité des thématiques sur la base d'un seul modèle, les thématiques revêtant des spécificités en termes d'objets, processus ou échelles. La stratégie générale de modélisation consiste précisément à progresser dans la compréhension des processus à des niveaux d'échelle fins, puis d'intégrer des formalismes simplifiés dans les modèles d'écosystème et de paysage, pour aborder les interactions entre processus et éléments de paysage. En termes de moyens, l'accent est mis sur les couplages entre les modèles à des niveaux intégrateurs.

Concernant l'utilisation du modèle CHIMERE, l'équipe BioAtm a un long historique de collaboration avec les équipes des sciences de l'atmosphère qui développent ou utilisent ce modèle (LSCE, LMD, LISA, INERIS). Le constat d'une difficulté à établir un réel partenariat, au niveau du fonctionnement de l'interface continentale (cœur de métier de l'équipe) nous amène à penser que cet objectif est de nature à faciliter la collaboration, qui serait ainsi plus équilibrée. D'un point de vue pratique, il ne paraît pas insurmontable que l'équipe puisse faire ses propres simulations avec CHIMERE (via le serveur de l'unité EGC), puisque cela a déjà été le cas par le passé (thèse de Marie-Noëlle Rolland, co-encadrée avec le LISA).

En conclusion pour ce point, il faut rappeler notre investissement dans les plateformes de modélisation du Département INRA EA, élément important de notre stratégie dans le domaine de modélisation, ainsi que notre engagement dans un des cinq projets du Labex BASC (« *Model integration & multi-scale modelling in SES: from concepts to evolvable coupling tools* »), ainsi que dans l'Institut de Modélisation des Systèmes Vivants (IMSV) de l'Idex Paris-Saclay.

• Politique de développement de bases de données (pages 6) :

*« La politique de l'unité concernant le développement de bases de données est modeste au regard de l'importance de l'expérimentation et de la modélisation dans les travaux. »*

Concernant l'unité EGC, le format de la visite du Comité n'a pas permis de détailler le nombre de bases de données développées et notre politique ; néanmoins, des informations sur les productions sous forme de « bases de données » sont disponibles dans les annexes au bilan :

- (i) Equipe Sol (page 176) : cinq bases de données (ESHEL, PO, TYPO, TYPOL, SOERE-PRO), avec un investissement très important de l'unité concernant les bases de données sur la thématique PRO, concernant en particulier le développement et la gestion des bases de données du SOERE PRO, seulement récemment intégrés aux outils collectifs de l'INRA (service Eco-informatique).
- (ii) Equipe Plante (page 185) : quatre bases de données (COLZA, COLZA REPRO, TWHEAT, Tolérance du blé).
- (iii) Equipe BioAtm (page 193) : quatre bases de données (Progression SEPTO, VOLAT-NH3, BD Nationales sur les émissions de N2O, BD européenne NitroEurope-Paysage) ; par ailleurs, une partie des données générées par l'unité EGC est gérée par d'autres partenaires au sein de consortia européens (comme NitroEurope & ICOS).

Nous ne partageons donc pas l'avis du Comité sur la modestie de notre politique dans le domaine des bases des données, au vu des productions par rapport au « modeste » investissement en personnel spécialisé disponible. Nous sommes conscients qu'un travail en amont des projets de recherche est

nécessaire pour optimiser les possibilités d'échanges de données, et éviter qu'à chaque projet nouveau correspondent un jeu de protocoles et une structure de données particulières.

L'effort important de l'unité EGC autour des bases de données découle d'une politique d'unité et de ses engagements contractuels, tant au niveau national (SOERE-PRO, N2O, NH3) qu'europpéen (NitroEurope-Paysage). Cette politique a été basée sur :

- (i) la mise en place de matériel informatique dédié commun à l'unité (serveur de bases de données, conceptions des systèmes d'information, gestion administrative, dont gestion des accès externes) ;
- (ii) l'affectation d'un informaticien bases de données à plein temps sur l'activité base de données ;
- (iii) l'implication d'autres personnes non spécialisées en bases de données ;
- (iv) la conception et l'organisation de formations collectives internes, avec le soutien du service de formation permanente du Centre INRA Versailles-Grignon, dans le domaine des bases de données (page 19 du bilan EGC) ;
- (v) la recherche de collaborateurs contractuels (CDD pour la création de bases de données) et des stagiaires issus de formations académiques en bases de données et systèmes d'information ;
- (vi) la collaboration avec le dispositif INRA mutualisé Eco-Informatique qui devrait permettre d'assurer la durabilité des bases de données du SOERE PRO, mais qui pour le moment nécessite un investissement très important des personnes de l'unité EGC en charge de la gestion du SOERE.

• Orientation vers l'échelle du territoire (page 7) :

*« Le projet marque une inflexion nette vers l'échelle du paysage et de la région. Le passage à ces échelles soulève des questions scientifiques et méthodologiques spécifiques peu évoquées dans les rapports (bilan et projet). ... »*

La proposition dans notre projet constitue plus qu'une inflexion, une consolidation des orientations entamées lors du présent quinquennat. Cette orientation de nos activités ne sera pas excluante car le cœur des compétences et la reconnaissance des unités EGC et PESSAC concernent les échelles « parcelle agricole » et infra. Il nous faudra donc veiller à intégrer l'échelle territoire dans un continuum, sans perdre nos identités fortes.

**Réponses sur les perspectives des unités EGC et PESSAC : projet d'UMR ECOSYS**

• Maturité du projet (pages 5, 6)

*« Les objectifs du projet sont très ambitieux mais restent à affiner au cours du prochain quinquennat afin de renforcer la position scientifique d'ECOSYS au sein de ce nouvel environnement [Saclay] ... »*

*« Le projet ECOSYS manque encore de maturité, ce qui n'est pas anormal, compte tenu du calendrier de sa construction. En effet, le projet résulte de réflexions récentes (moins d'un an) qui s'inscrivent dans un contexte incertain, notamment sur la date de mise en œuvre du projet de Saclay. La dimension transversale autour des services écosystémiques doit être approfondie. »*

Les unités partagent la vision du Comité d'un projet en construction, devant être consolidé dans le prochain quinquennat. Les commentaires et les points d'attention sur l'appropriation des nouveaux concepts nous semblent très pertinents et nous seront très utiles. Nous considérons l'avis du Comité comme une appréciation positive de notre projet, avec un encouragement à le mettre en place en approfondissant les aspects conceptuels. Nous aurions aimé avoir pu approfondir davantage ces aspects lors des discussions avec le Comité.

• Points forts et possibilités liées au contexte (page 5)

*« ... La nouvelle UMR ECOSYS (INRA, AgroParisTech) constitue un ensemble cohérent compétent notamment pour l'analyse, la modélisation du devenir des contaminants dans différents milieux de l'environnement, ainsi que pour les effets écotoxicologiques sur les sols. »*

La conclusion de ce paragraphe semble restreindre la cohérence de l'ensemble des compétences du projet de nouvelle unité uniquement à la modélisation du devenir des contaminants et aux effets

écotoxicologiques sur les sols. Elle est donc perçue par une partie de l'unité comme excluante, notamment pour les activités de recherche en écophysiologie végétale, à moins d'extrapoler très fortement le sens du mot contaminant afin d'y intégrer l'azote du sol et les pathogènes fongique. Nous pensons que d'autres aspects constituent aussi un atout du projet, en particulier nos activités concernant les changements globaux.

• Service de production (page 11) :

*« ... ce qui est proposé ressemble plus à une maîtrise des conditions d'élaboration de la production, mais pas au service lui-même qui devrait s'exprimer in fine par un volume de production en séparant éventuellement les composantes naturelles de l'écosystème des composantes anthropiques. Par contre, l'analyse et la maîtrise des contraintes biotiques sur la production, tel que présenté dans le projet, peuvent s'affranchir de la notion de service. »*

Ce point aurait mérité d'être discuté avec le Comité, car il nous est difficile de saisir le sens de ce commentaire écrit. Le service écosystémique de support de production est validé quel que soit le contexte (écosystème naturel, forêt gérée, champ cultivé). Il n'y a pas que les intrants qui permettent la production : le sol y est pour beaucoup par exemple, même dans une agriculture à forts intrants (l'ancrage, l'eau, l'aération des racines, les auxiliaires, etc).

• Valorisation des déchets .... (Page 11)

*« Le service écosystémique devrait plutôt être le traitement des déchets : comment l'écosystème permet d'éliminer les déchets ? Ce thème n'est pas très différent de ce qui est fait dans l'équipe sol. En quoi cela devient-il un thème transversal ? »*

Si nous sommes d'accord avec la définition du service « élimination de déchets », nous avons nuancé, voire élargi ce service, car nous intégrons bien la filière amont de traitement des déchets. De même, les agrosystèmes reçoivent des produits résiduels, issus de déchets, à vocation fertilisante ou amendante. L'objectif est d'adapter le mode de traitement de la ressource « déchet » en fonction des besoins des systèmes de production dans un territoire. Ces travaux se font en collaboration avec des spécialistes des modes de traitement.

Les travaux contribuant à ce service ne sont pas exclusifs du pôle Science du Sol d'ECOSYS, le pôle Bioclimatologie est aussi très concerné (épandage d'effluents, émissions de NH<sub>3</sub> et des GES). De même le pôle Ecotoxicologie est aussi concerné par l'étude des effets du service d'élimination de déchets sur la biodiversité tellurique et le développement de bioindicateurs de sol dans le cadre de ce type de pratique. Certains travaux du pôle Ecophysiologie végétale pourraient facilement être adossés à cette problématique (disponibilité de l'azote des déchets et allocation dans les plantes, voire, effet du développement du système racinaire sur l'effet amendant des produits résiduels organiques au travers de la structure du sol, dans le cas où nous aurions les moyens d'étendre les travaux de ce pôle vers le compartiment racinaire).

• Service de biodiversité (page 11) :

*« ... bien que le maintien de la biodiversité ne soit pas un service lorsqu'il s'agit de l'agrosystème ou des conséquences des contraintes exercées sur l'écosystème. »*

Nous ne partageons pas l'avis du Comité sur le fait que « le maintien de la biodiversité ne soit pas un service lorsqu'il s'agit de l'agrosystème ou des conséquences des contraintes exercées sur l'écosystème ». De façon plus large, cette vision proposée par le Comité ne correspond pas à la perception globale des liens entre biodiversité-agroécosystème-fonctions-services :

(i) Evaluer le maintien de la biodiversité nous semble crucial dans l'hypothèse qu'une modification environnementale peut révéler qu'une espèce aujourd'hui peu abondante puisse être fonctionnellement importante demain.

(ii) La biodiversité participe au service « sortant » de production (e.g. mélanges variétaux) mais aussi à des services « intrants » de ressource (dynamique de la matière organique, structuration des sols) ou de régulation biologique (e.g. des ravageurs). De plus, elle est aussi mobilisée dans des produits hors revenu agricole direct (e.g. régulation du climat). Il est donc important de suivre son maintien/évolution.

(iii) De nombreuses études évaluent les services liés à la diversité « ordinaire » dans les agrosystèmes et cependant peu font un focus sur la biodiversité des sols qui reste une boîte noire.

(iv) Des travaux émergents s'intéressent à la manipulation des paysages pour maximiser les fonctions réalisées dont celle de réservoir de biodiversité.

• Service régulation (page 11) :

*« Le lecteur comprend qu'il s'agit de rendre l'agriculture moins polluante tant pour la conservation des sols qu'elle a anthropisé que pour l'environnement naturel. Considérer cela comme un service écosytémique est choquant à plus d'un titre : on ne saurait considérer le pollueur comme apportant un service écosytémique du simple fait qu'il limite la pollution qu'il induit, pas plus qu'on ne peut mettre à son crédit une action environnementale vertueuse du fait de son ambition de ne pas détruire son outil de travail ».*

Nous n'avons pas compris ce commentaire du Comité. Nous avons sûrement mal exprimé les objectifs de cet axe et certainement nous avons manqué de temps pour échanger nos points de vue. Dans le cadre de notre contribution à l'analyse de ce service, il s'agit de travailler sur le rôle de stockage, filtre et dispersion des contaminants à partir du sol en termes de contamination des milieux et des effets consécutifs. Le fonctionnement d'un écosystème même anthropisé peut rendre un service de régulation de la qualité de l'air, des sols, des cultures et de l'eau. Cet axe a été présenté comme concernant la compréhension et l'évaluation des impacts des modes de gestion des agrosystèmes sur le devenir des polluants, leur dispersion et leurs impacts écotoxicologiques. Il contribue à rechercher un fonctionnement plus durable/soutenable avec moins d'émissions en même temps que l'on développe des systèmes moins dépendants des intrants et davantage de régulations biologiques.

Dans le cadre du projet ECOSYS, la contribution à ce service s'intéresse à l'évaluation multicritère des capacités filtre / tampon des sols, à l'encontre de contaminants et de nutriments (e.g. azote). Il s'agit de comprendre en quoi certaines pratiques sont à risques pour la qualité physico-chimique et biologique des sols à long terme ; mais aussi, les rôles de ces derniers sur les externalités/fuites de substances vers les compartiments aquatiques et atmosphériques. En outre, il s'agit de caractériser les processus qui régissent les interactions sols – contaminants – organismes, influençant notamment les relations devenir – impact, afin par la suite de les intégrer de l'échelle de la parcelle à celle du paysage. Cela peut servir de base de réflexion à des recherches allant au-delà de nos compétences (agronomie, SHS) concernant l'optimisation de systèmes de culture ou la gestion de l'occupation/usage des sols.

• Devenir intégré des intrants - perspectives du pôle Bioclimatologie (page 24) :

*« ... les perspectives de l'axe 'devenir intégré des intrants' semblent très méthodologiques, avec le développement et la validation de nombreux modèles. »*

Le développement et la validation de modèles ne sont décrits que dans les premières lignes de ce paragraphe et portent sur un nombre limité de modèles. Les perspectives de cet axe portent aussi sur l'application et le transfert des modèles développés par rapport à des objectifs, des verrous et des leviers mentionnés dans le paragraphe, sans qu'ils aient pu être détaillés dans le format demandé.

Ce commentaire semble davantage porter sur l'axe « Intégration des flux de polluants et de gaz à effet de serre aux échelles supra-parcellaires » présenté dans le bilan. Cet axe est effectivement méthodologique comme son intitulé « intégration » l'indique. Les objectifs et les questions scientifiques relatives à cet axe avaient été initialement décrits au début de ce paragraphe. Compte tenu du format demandé et de la cohérence des activités de l'équipe BioAtm, ils ont été regroupés avec ceux de l'axe « Processus » dans l'introduction générale du bilan de l'équipe BioAtm.

• Stratégie du pôle Ecotoxicologie (page 27) :

*« ... Le comité d'experts recommande qu'une réflexion sur le choix des polluants et des organismes cibles soit faite en amont en lien avec le pôle sol (utilisation de l'outil TYPOL évoqué dans le dossier va dans ce sens). Par ailleurs, des outils d'investigation haut débit comme ceux offerts par la plateforme Biochemenv ou la stratégie de modélisation devraient des atouts à mieux placer au cœur de la stratégie de recherche. C'est probablement sur le choix des objets d'études et des angles d'approche que le pôle pourra construire sa renommée à l'international. »*

Les questions scientifiques et les hypothèses de travail multiples semblent être perçues par le Comité comme une faiblesse au regard des forces en présence. Nous considérons cependant nos compétences multiples et nos approches complémentaires plutôt comme une force. Nous pensons également que ce sont davantage nos questions de recherche que le choix des objets d'étude ou les angles d'approche qui pourront nous permettre de construire notre spécificité et notre renommée à l'international. Par ailleurs, certains aspects du compartiment microbien sont systématiquement analysés en étroite collaboration avec des partenaires ayant les méthodologies haut débit adaptées (diversité génétique par biologie moléculaire).

La recommandation du Comité de donner une place importante aux études d'impact dans les milieux hors terres agricoles nous questionne par rapport aux missions focalisées sur les agroécosystèmes confiées par l'INRA à l'unité PESSAC. Néanmoins, nous sommes conscients de la nécessité d'élargir les champs d'action au moment d'un élargissement des échelles d'intervention (paysage).

### **Réponses à d'autres points spécifiques**

#### **• Enseignants-chercheurs (EC), déficit de HDR et portage de projets**

Ce point est surtout relevé pour l'équipe Sol de l'unité EGC, en point faible ou de vigilance, mais c'est peut-être plus général pour l'ensemble de l'unité. L'implication de plusieurs MC (maîtres de conférences) de l'équipe dans des encadrements et co-encadrements de thèse a été organisée pendant le quinquennat écoulé. Plusieurs EC seront donc en position de passer leur HDR au cours du prochain quinquennat. Ils ne l'étaient pas forcément avant. Certains dispositifs mis en place au niveau du département AgroParisTech SIAFEE peuvent être utilisés pour permettre aux EC de réduire leur charge d'enseignement pour se consacrer à la rédaction d'une HDR.

Par ailleurs, le Comité note que peu de projets sont portés par les EC (page 13). Cette affirmation mériterait d'être nuancée, car, comme pour les chercheurs, il y a des situations très hétérogènes. Concernant tout particulièrement l'équipe Sol, auquel est attachée cette appréciation, quelques projets stratégiques pour l'équipe ou pour des thématiques transversales à l'unité EGC sont portés par des EC ; c'est le cas, par exemple, du projet GESSOL Prostock ou de la co-coordination du projet européen SNOWMAN Ecosom. Un autre élément de nuance, en relation directe avec le point précédent (HDR), est notre politique de « sauvegarde » des jeunes EC (beaucoup des EC sont des jeunes scientifiques), leurs permettant de constituer un bon dossier de publications pour assurer leur carrière, l'HDR étant une des étapes de cette carrière. Cela se traduit par une attention particulière, tant dans les charges d'enseignement (ce qui relève de la tutelle AgroParisTech) que des charges d'animation et de coordination des recherches (ces tâches sont confiés aux seniors qui accompagnent les jeunes EC (et chercheurs) sous forme de co-encadrements des thèses ou co-coordination de projets).

#### **• Prise en compte des interactions génotype-environnement dans l'équipe Plante**

Dans l'appréciation du bilan de l'équipe Plante (p. 17), les interactions entre génétique et environnement ne sont pas mentionnées, alors qu'elles sont au cœur de nos recherches avec une prise en compte accrue lors du dernier quinquennat de la diversité génétique, notamment d'un point de vue expérimental.

#### **• Mobilisation de l'équipe Plante sur le compartiment racinaire**

Le pôle Ecophysiologie végétale a identifié un investissement à réfléchir sur le compartiment racinaire, mentionnant les choix à arbitrer entre recherches endo- ou exo-gènes, du fait de l'existence d'équipes fortes en France et à l'international sur ce sujet. Sur un plan stratégique, le Comité nous recommande un investissement en interne, s'appuyant non sur des recrutements, mais sur des réorientations de programmes de recherche (page 18). Par ailleurs (page 17), du fait de l'implication de l'équipe dans deux projets Investissement d'Avenir, la commission nous recommande « de veiller à maintenir le niveau d'engagements contractuels du contrat passé afin de permettre la réalisation de son programme scientifique et d'accueillir une partie des personnels scientifiques et techniques qui contribueront à le conduire ». Ces deux recommandations pertinentes nous semblent toutefois difficiles à suivre simultanément de par les contraintes en terme de disponibilité à la fois du personnel scientifique et technique de l'équipe.

Dans les recommandations (page 20), il est écrit : "*veillez à bien intégrer de la variabilité génotypique originale (en particulier sur le système racinaire) issus des ressources génétiques du colza*". Or, le projet IA Rapsodyn, auquel participe l'équipe Plante, a justement pour vocation d'explorer une variabilité génétique extrêmement large, puisque le projet présente un panel de 200 accessions piochées parmi l'ensemble des collections existantes au niveau national et international, privées et publiques. C'est donc une source on ne peut plus large, et donc originale, de variabilité génétique que nous aurons à disposition et parmi laquelle nous étudierons en propre une core-collection la plus large possible de 8 à 120 accessions, selon les expérimentations et tâches prévues.

- Implication dans le domaine de la bioénergie et place de la thématique biomasse

Il s'agit probablement d'un biais lié à la concision imposée par le format du rapport d'évaluation (et l'audit oral). Cette thématique peut être considérée comme un champ d'application, comme un autre, des outils et méthodes développés (modélisation, analyse environnementale ou mesures de GES en particulier), en cohérence avec d'autres problématiques sur un plan méthodologique. Cette thématique, mineure en effet en début de quinquennat, a néanmoins impliqué un nombre croissant de personnels permanents et non-permanents, sur des projets récents, avec des implications plus ou moins fortes (1 PR, 2 CR, 1 IR, 1 AI, 2 TR, plus actuellement 1 thésard et 2 post-docs). C'est une thématique principalement portée par l'équipe BioAtm, mais elle trouve également un écho dans les travaux de l'équipe Sol par l'étude des digestats de méthanisation (projet ANR DIVA).

Sur les 128 articles de revues à comité de lecture publiés sur le quinquennat par l'équipe BioAtm, une dizaine porte sur cette thématique, ce qui n'est pas négligeable. La bioénergie génère également des questions spécifiques (sur le passage de cultures annuelles à des cultures énergétiques pérennes, ou les effets de changements d'usage des sols) qui sont présentes dans les perspectives. Nous interprétons les recommandations du Comité comme un encouragement à mieux valoriser la place de la thématique biomasse dans les travaux futurs d'ECOSYS.

- Orientations du pôle Bioclimatologie vers des approches de laboratoire et risque de dilution des moyens (page 25)

Concernant la dilution des moyens, l'orientation proposée par le pôle Bioclimatologie consiste précisément à redéployer les ressources dédiées à des expérimentations en plein champ vers des dispositifs moins contraignants et offrant des possibilités complémentaires, notamment par rapport à la modélisation (acquisition de références sur une gamme plus large de sols ou d'intrants, de paramètres de fonctionnement ou de lois de réponse) Il ne s'agit pas d'une surcharge en termes d'expérimentations, mais bien d'une ré-orientation. Sur le développement de tels dispositifs en conditions contrôlées, le pôle possède globalement l'ensemble des compétences nécessaires, comme en témoigne la mise au point au cours du quinquennat de différents systèmes (eg, chambre de fumigation, caisson pour les études de volatilisation), même si ponctuellement des collaborations ont été nécessaires (sur la modélisation des écoulements dans un système confiné par exemple). Le commentaire sur le risque de se reposer sur des compétences externes à l'équipe porte probablement sur les orientations scientifiques du projet du pôle, qui consiste en effet à développer des collaborations aux interfaces avec des disciplines comme la biologie végétale, la microbiologie ou la physico-chimie, pour progresser sur la compréhension des processus d'échanges biosphère-atmosphère. Ce souhait de collaborations plus approfondies est de notre point de vue plus une opportunité de développer des approches pluri-disciplinaires qu'une menace.

- Contributions de l'équipe BioAtm à l'étude des processus microbiologiques du sol (page 22)

Sur le thème N<sub>2</sub>O l'équipe BioAtm fait un aller-retour permanent entre étude de processus, modélisation à l'échelle de la parcelle et intégration spatiale. Cela peut s'illustrer dans l'implication et la coordination du projet ANR AEGES en collaboration notamment avec le Laboratoire d'Ecologie Microbienne à l'Université de Lyon et l'équipe MOS de BioEmco. Dans le cadre de ce projet l'objectif est de mieux prendre en compte dans les modèles de bilan de GES les avancées

récentes concernant la compréhension des processus microbiens (dénitrification/nitrification, décomposition) liés aux cycles de l'azote et du carbone dans le sol ainsi qu'à leurs interactions.

- Détails explicites sur l'organisation de la vie de l'équipe BioAtm (page 23)

L'équipe fonctionne sur la base de réunions hebdomadaires (3 par mois en pratique), avec un programme d'exposés des membres de l'équipe (scientifiques, ingénieurs et techniciens ; permanents et contractuels) – une vingtaine par an. Des séminaires impliquant des intervenants extérieurs (partenaires de projet, visiteurs français ou étrangers) ont également été organisés (autour de 5 par an), et ouverts au niveau de l'UMR.

- Insertion des docteurs (page 10)

Des informations sur l'insertion des docteurs issus de l'unité PESSAC figurent dans le dossier d'évaluation de cette unité. En revanche, EGC n'a donné dans son dossier que le bilan global des docteurs. Dans la période évaluée, tous les docteurs issus de l'unité EGC, pour lesquels nous avons des informations (environ 90%) ont trouvé une occupation moins de 3 mois après leur soutenance. La plupart des docteurs étrangers (environ 40%) ont trouvé une situation stable dans leur pays ou sont actuellement en séjour postdoctoral dans un pays tiers. 36% des docteurs ont continué dans une activité de recherche, 18% ont une position stable dans le privé, et 6% travaillent comme enseignants-chercheurs. Nous n'avons pas d'informations actualisées sur environ 10% des docteurs issus de l'unité EGC.

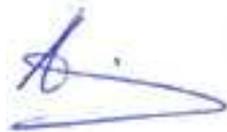
Concernant l'accès au « monitorat » la législation est très contraignante, et dans la pratique il semble très difficile à un thésard de dégager le temps suffisant pour réaliser cette activité dans le cadre d'un monitorat. Cela ne se pratique pas à AgroParisTech. Nous facilitons le plus possible l'accès des doctorants à la réalisation des cours et des TD, mais nous sommes confrontés à l'impossibilité de rémunérer ces prestations (pas de possibilité de vacances à AgroParisTech).

- Risque lié à l'utilisation de véhicules (page10)

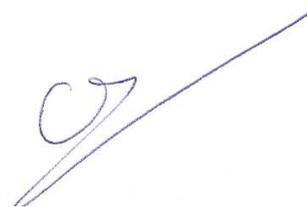
Nous n'avons pas compris pourquoi la mention de ce type de risque apparaît dans le rapport, et tout particulièrement pourquoi ce risque est focalisé sur l'unité PESSAC qui ne nous semble pas avoir une utilisation particulièrement différente des autres unités.

Pour conclure cette réponse, nous tenons à remercier à nouveau les membres du Comité pour leur travail de qualité et la pertinence de leurs observations, ainsi que l'AERES, et tout particulièrement son délégué Christophe Robin pour son investissement dans la préparation et la coordination de cette évaluation.

En accord avec les tutelles Inra et AgroParisTech,



E. Barriuso (DU UMR EGC)



C. Mougín (DU UPR PESSAC)