



**HAL**  
open science

## Eco&Sols - Écologie fonctionnelle & biogéochimie des sols & agro-écosystèmes

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. Eco&Sols - Écologie fonctionnelle & biogéochimie des sols & agro-écosystèmes. 2014, Montpellier SupAgro, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement - CIRAD, Institut national de la recherche agronomique - INRA, Institut de recherche pour le développement - IRD. hceres-02033351

**HAL Id: hceres-02033351**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02033351>**

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 & Biogéochimie des Sols & des  
Agro-écosystèmes

Eco&Sols

sous tutelle des

établissements et organismes :

Centre international d'études Supérieures en sciences  
Agronomiques - Montpellier SupAgro

Centre de coopération Internationale en Recherche  
Agronomique pour le Développement - CIRAD

Institut National de la Recherche Agronomique - INRA

Institut de Recherche pour le Développement - IRD

Février 2014



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

Section des Unités de recherche

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

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

*Au nom du comité d'experts,*

- M. Christian WALTER, 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 :	Ecologie Fonctionnelle & Biogéochimie des Sols & des Agro-écosystèmes
Acronyme de l'unité :	Eco&Sols
Label demandé :	UMR
N° actuel :	UMR 111 CIRAD, 210 IRD, 1222 INRA
Nom du directeur (2013-2014) :	M. Jean Luc CHOTTE
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M. Jean-Luc CHOTTE

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Christian WALTER, Agrocampus Ouest
Experts :	M. Sébastien BAROT, IRD (représentant des CSS IRD)
	M <sup>me</sup> Claire DAMESIN, Université Paris Sud
	M <sup>me</sup> Catherine KELLER, Université Aix-Marseille (représentante des CSS INRA)
	M <sup>me</sup> Véronique LENOBLE, Université du Sud Toulon Var (représentante de la CNECA)
	M. Alain MOLLIER, INRA, Bordeaux
	M. Jean-Charles MUNCH, Helmholtz Zentrum München, Allemagne
	M <sup>me</sup> Sylvie RECOUS, INRA, Reims
Délégué scientifique représentant de l'AERES :	
	M. Philippe MEROT



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

M. Robert ARFI, IRD

M. Bruno BLONDIN, SupAgro Montpellier

M. Marc BOUVY (représentant de l'École Doctorale n° 477)

M. Thierry CAQUET, INRA

M. François COTE, CIRAD

M. Guy RICHARD, INRA

## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

L'UMR « *Écologie Fonctionnelle & Biogéochimie des Sols & des Agro-écosystèmes* » (Eco&Sols) a été mise en place officiellement au 1<sup>er</sup> janvier 2011 : elle est issue de la fusion de trois unités antérieures, à savoir l'UMR INRA-Montpellier Supagro « *Biogéochimie du Sol et de la Rhizosphère* », l'UP Cirad « *Fonctionnement et Pilotage des Ecosystèmes des Plantations* » et l'UP IRD « *Séquestration du carbone et Bio-fonctionnement des sols* ». Cette fusion résulte d'une décision collective prise dès 2008 par les directeurs des trois unités et ensuite validée dans un premier temps par les différentes tutelles, puis en octobre 2009, par l'AERES après évaluation du projet de recherche fondateur de la nouvelle UMR.

Les trois unités de recherche constitutives d'Eco&Sols ont déménagé dès 2009 pour se réunir dans le bâtiment 12 du Campus de la Gaillarde à Montpellier, qui regroupe à la fois les bureaux de l'ensemble du personnel en métropole, ainsi que cinq ateliers techniques créés pour répondre aux besoins d'analyse et d'expérimentation de l'UMR. Par ailleurs, des agents expatriés du CIRAD et de l'IRD (18 en 2013) sont affectés dans 7 centres (Sénégal-Burkina Faso, Congo, Kenya, Madagascar, Brésil, Costa-Rica, Thaïlande), l'UMR coordonnant des laboratoires mixtes internationaux (LMI) créés au Sénégal et en Thaïlande.

### Équipe de direction

L'équipe de direction comprend un directeur (M. Jean-Luc CHOTTE) et deux directions-adjoints (M. Jean-Michel HARMAND et M. Philippe HINSINGER).

### Nomenclature AERES

Domaine AERES : SVE2 Agronomie, écologie, environnement

Domaine scientifique : Sciences agronomiques et écologiques

### Effectifs de l'unité

En juin 2013, l'UMR comportait 63 permanents dont 43 chercheurs (DR, CR, cadres scientifiques Cirad, enseignants-chercheurs) et 20 ingénieurs et techniciens (IT). Cet effectif se répartissait de la façon suivante selon les tutelles : 24 IRD, 19 INRA, 14 CIRAD et 2 MSA. Entre 2009 et 2013, l'évolution des effectifs s'est traduite par une diminution nette des IT (-2) alors que le nombre de chercheurs augmentait (+6). Le rapport chercheurs/IT a atteint en 2013 la valeur de 2,1.

A cet effectif de permanents s'ajoutent des personnels contractuels constitués de techniciens et d'ingénieurs, de post-docs et de doctorants.

Les effectifs de ces différentes catégories de personnel sont précisés dans les tableaux ci-dessous.

<b>Effectifs de l'unité</b>	<b>Nombre au 30/06/2013</b>	<b>Nombre au 01/01/2015</b>
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2 (2)	2 (2)
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	41 (40,8)	42 (41,8)
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche) Un certain nombre de personnes ayant des tâches collectives ne sont pas rattachées à un TdR	20	23
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants plus de 12 mois, visiteurs etc.)	5 (4)	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels plus de 12 mois (n'ayant pas d'obligation de recherche)	4 (3)	2 (1)
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>72 (69,8)</b>	<b>70 (68,8)</b>

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

<b>Effectifs de l'unité ETP</b>	<b>Nombre au 30/06/2013</b>	<b>Nombre au 01/01/2015</b>
Doctorants	124 (depuis 2009)	
Thèses soutenues	58	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	8	
Nombre d'HDR soutenues	6	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées (TOTAL)	22	25

## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

L'UMR Eco&Sols, issue de la fusion en 2011 de trois unités de recherche, développe une recherche finalisée sur le rôle des organismes du sol et des plantes dans les cycles biogéochimiques au sein des sols et des agrosystèmes. Ces travaux viennent en appui au développement de pratiques agro-écologiques susceptibles d'assurer des niveaux de production élevés au sein des agrosystèmes et ce de façon durable sur les plans environnementaux et économiques. L'originalité des recherches menées porte d'une part sur la prise en compte des interactions entre les organismes du sol et entre ces organismes et leur milieu, et d'autre part sur l'étude d'agro-écosystèmes méditerranéens et tropicaux

et plus généralement de systèmes à bas niveaux d'intrants. La structuration de l'unité en trois thèmes de recherche (TdR1 « Sols, activités et réseaux biologiques » ; TdR2 « Nutriment et intensification écologique » ; TdR3 « Carbone et changements globaux »), renforcés par deux axes transversaux (« modélisation » et « formation »), est efficace pour à la fois développer des recherches sur des objectifs scientifiques spécifiques, tout en favorisant les échanges et la transversalité, notamment par des approches émergentes de modélisation intégrée.

La production scientifique de l'UMR est de très bonne qualité à la fois sur le plan du nombre global de publications et de l'impact des publications au sein de la communauté scientifique. Dotée d'une gouvernance exemplaire, l'UMR a construit un projet scientifique qui est approuvé par l'ensemble de son collectif. Elle joue un rôle important en matière de formation doctorale, notamment à destination d'étudiants de pays du Sud. En peu d'années, l'UMR s'est ainsi affirmée comme un acteur important de la recherche française en terme d'écologie fonctionnelle appliquée aux sols et aux plantes et dispose d'implantations au Sud et de sites instrumentés qui sont des atouts importants pour son rayonnement international.

### Points forts et possibilités liées au contexte

#### Production et qualité scientifiques :

- thèmes de recherche en phase avec la demande de la société et les enjeux au Sud ;
- approche pluridisciplinaire transversale et maîtrise d'un continuum de processus du sol à la plante ;
- un très bon niveau de publications scientifiques ;
- une répartition équilibrée des publications entre les 3 thèmes de recherche et un nombre significatif d'articles à l'interface des différents thèmes ou avec l'axe transversal de modélisation ;
- un ciblage des revues scientifiques et un impact élevé des publications ;
- des avancées méthodologiques significatives : RT-PCR *in situ*, Optodes (variations de pH, pO<sub>2</sub>), Télédétection (développement des possibilités de suivi des couverts végétaux) et application de la SPIR au sol ;
- des sites expérimentaux de grande envergure situés dans des contextes pédoclimatiques et des agroécosystèmes à forts enjeux.

#### Rayonnement et attractivité académiques :

- un des groupes de recherche les plus importants dans son domaine en France, avec une spécificité tropicale ;
- un positionnement à l'interface de deux Labex, au sein du dispositif de recherche de Montpellier à forte visibilité internationale en matière de recherche agronomique ;
- des partenariats de longue durée avec des institutions au Sud ;
- un fort taux (76 %) de publications internationales associant des auteurs d'au moins deux pays ;
- de nombreuses conférences dans des congrès internationaux ;
- six éditeurs associés de revues internationales et des éditeurs de numéros spéciaux ;
- de nombreuses expertises de projets de recherche pour des agences françaises et étrangères de financement de la recherche ;
- des dispositifs de tours à flux insérés dans des réseaux internationaux (AsiaFlux et Fluxnet) et labellisés SOERE-F-ORE-T ;
- une forte implication dans le réseau international CASA (Carbone des Sols pour une Agriculture durable en Afrique)

#### Interaction avec l'environnement social, économique et culturel :

- un appui à des entreprises existantes issues de l'UMR (Valorhiz, Alcina) et la création en cours de contrat de 2 nouvelles start-ups (Envolure, Elisol) ;
- deux post-docs financés par des entreprises privées ;
- 43 projets avec des partenaires non académiques, notamment dans le secteur des plantations et de la fertilisation ;

- des expertises pour des entreprises (9 chercheurs) et pour les pouvoirs publics (6 chercheurs) dont 1 expertise de grande envergure pour la FAO (Ex-act) ;
- de nombreuses relations avec des groupements de producteurs (plantations).

#### Organisation et la vie de l'unité :

- une gouvernance bien cadrée sous la responsabilité d'une équipe de direction et plusieurs conseils favorisant la co-construction et la collégialité des décisions ;
- une structuration en thèmes de recherche facilitant la dynamique collective ;
- des ateliers techniques mutualisés bien structurés et engagés dans une démarche qualité ;
- une mutualisation des crédits récurrents provenant des différentes tutelles au profit du projet scientifique
- un appel d'offre interne à l'UMR favorisant les projets innovants portés par les docteurs et jeunes chercheurs ;
- une animation scientifique à différents niveaux favorisant l'émergence de thèmes innovants ;
- un effort continu de formations des agents et des doctorants ;
- une information régulière via un site internet et une lettre d'information semestrielle.

#### Implication dans la formation par la recherche :

- 124 doctorants formés de 30 nationalités, dont 62 ont un directeur ou co-directeur de thèse de l'UMR ;
- un potentiel d'encadrement de thèse élevé : 22 HDRs (+ 6 depuis 2009) ;
- la formation de doctorants du Sud dont une proportion importante s'engage dans la recherche et l'enseignement supérieur de leur pays ;
- une forte implication dans l'École Doctorale SIBAGHE ;
- la co-direction d'un parcours recherche Montpellier Supagro-Univ. Montpellier 2 « Ecosystèmes » : 15 étudiants par an dont 80 % poursuivent en thèse ;
- la responsabilité de 20 modules d'enseignement dont 8 portés par des chercheurs ;
- l'organisation régulière d'écoles-chercheurs au Nord et au Sud ;
- la participation à des masters européens : Euromaster Vinifera, International Master of AgroEcology.

#### Stratégie et projet à cinq ans :

- un objectif général identique au précédent, mais avec un argumentaire qui le justifie ;
- une structuration de l'UMR conservée, car ayant prouvé son efficacité ;
- l'introduction de défis nouveaux : (1) un effort de conceptualisation en intégrant les théories écologiques ; (2) la modélisation comme outil d'intégration et d'exploration ; (3) l'intégration des compétences disciplinaires et des données multi-sites ; (4) l'intégration de différentes échelles spatiales ; (5) le couplage C/N/P ;
- une bonne analyse SWOT (forces, faiblesses, opportunités, risques), réalisée en interne, qui permet de bien évaluer la faisabilité du projet.

#### Points faibles et risques liés au contexte

##### Production et qualité scientifiques :

- le changement d'échelle et la méthodologie pour le réaliser restent peu abordés dans les études de processus et leur intégration ;
- l'implication de l'UMR dans des plateformes communes de modélisation, notamment Sol Virtuel, est faible ;
- le caractère intégrateur de la modélisation entre les différents thèmes de recherche reste pour l'essentiel à développer.

#### Rayonnement et attractivité académiques :

- un manque de structuration des collaborations internationales au Nord ;
- un manque d'attractivité vis-à-vis des post-doctorants.

#### Interaction avec l'environnement social, économique et culturel :

- une faible production d'articles à vocation de transfert ;
- l'absence de brevets.

#### Organisation et la vie de l'unité :

- une menace sur l'appui technique aux chercheurs du fait d'une dégradation du ratio chercheurs/IT ;
- des implantations au Sud éclatées (8 sites pour 18 expatriés).

#### Implication dans la formation par la recherche :

- un faible nombre d'enseignants-chercheurs avec une charge d'enseignement élevée ;
- une implication moyenne des chercheurs dans l'enseignement (6 h eqTD) ;
- une faible visibilité de l'enseignement réalisé dans des formations d'université du Sud.

#### Stratégie et projet à cinq ans :

- des compétences faibles en calcul scientifique associé à la modélisation et en gestion de bases de données ;
- des difficultés potentielles de financement des sites instrumentés ;
- une menace sur l'appui technique liée à des départs en retraite.

### Recommandations

Le comité d'experts encourage l'UMR Eco&Sols à mettre pleinement en œuvre son projet visant à approfondir la compréhension du rôle des organismes et des plantes dans les cycles biogéochimiques au sein des sols et des agrosystèmes. Dans la continuité du précédent quadriennal, ce projet repose sur une organisation fondée sur les trois thèmes de recherche existants, mais avec un renforcement de leurs interactions. Le comité engage également l'UMR à relever effectivement les défis scientifiques qu'elle s'est fixée pour approfondir et renouveler ses thèmes de recherche, en particulier à travers un renforcement de l'effort de conceptualisation par l'intégration des théories écologiques, la prise en compte des hétérogénéités aux différentes échelles spatiales et le couplage des cycles biogéochimiques. Ces défis pourront être abordés en s'appuyant sur les compétences internes à l'UMR, mais ils supposeront également un renforcement des collaborations avec d'autres unités de recherche directement investis dans ces questions. Le comité encourage l'UMR à développer et structurer son réseau de collaboration international au Nord, en complément de son partenariat privilégié au Sud, pour intégrer et contribuer à des réseaux d'excellence autour de ses thèmes de recherche.

Le comité d'experts recommande par ailleurs, comme proposé par l'unité, de développer l'axe transversal modélisation. Une réflexion au niveau de la modélisation conceptuelle en impliquant à la fois modélisateurs et expérimentateurs devrait contribuer à préciser les attentes, les besoins et les verrous. Au-delà de la mobilisation des compétences internes en modélisation, le comité recommande d'explorer les possibilités d'utiliser voire d'alimenter les plateformes de modélisation (notamment la plateforme Sol Virtuel de l'INRA) pour construire les modèles intégrés couplant notamment les processus géochimiques, physiques et biologique.

En matière de formation, le comité encourage l'UMR à poursuivre son implication forte dans la formation doctorale, en prolongeant sa gestion actuelle qui apparaît quasi-optimale en matière d'encadrement des doctorants, de valorisation de leurs travaux de recherche et de suivi de leur devenir. Le comité d'experts constate que l'axe transversal de formation n'a pas été reconduit dans le nouveau projet et que les perspectives en matière de formation initiale sont relativement floues, notamment parce que l'UMR n'a qu'un pouvoir de décision limité dans ce domaine. Il serait néanmoins opportun d'accroître la lisibilité de l'offre de formation, surtout si la volonté reste forte de s'impliquer dans la formation, voire de l'étendre par le biais de l'enseignement à distance.



Enfin, en matière d'interaction avec l'environnement économique, le comité incite l'UMR à une insertion accrue dans les réseaux nationaux (comme les réseaux mixtes technologiques) et à participer davantage à des travaux de R&D, notamment autour d'outils d'aide à la décision pour la fertilisation et la gestion des matières organiques.

### 3 • Appréciations détaillées

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

La production scientifique de l'UMR Eco&Sols est de façon globale jugée excellente : le bilan sur la période d'évaluation (janvier 2009 à juillet 2013) fait état de 1105 publications et communications, dont 385 articles à comité de lecture (ACL) : le taux de publications est ainsi de l'ordre de 1,9 ACL par chercheur et par an, ce qui situe l'UMR parmi les unités les plus productives dans son domaine. Les trois thèmes de recherche (TdR) ont des niveaux de production similaires et les collaborations entre thèmes sont amorcées (45 ACL à l'interface d'au moins deux thèmes) avec néanmoins une prédominance des interfaces TdR2 et TdR3 (22) et TdR 1 et TdR2 (14). Quarante-cinq ACL sont également rattachés à l'axe modélisation, ce qui montre que cet axe commence à avoir une place stratégique pour les recherches conduites dans l'unité et favorise les échanges entre les chercheurs à la fois sur la conceptualisation, le partage des modèles et surtout leur intégration.

Au-delà de cette analyse quantitative des publications, on note une stratégie de publications ciblées vers les revues de référence du domaine d'étude ou à fort impact : 10 revues représentent à elles seules 35 % des ACL et 238 articles ont été publiés dans des revues qualifiées d'excellentes ou exceptionnelles dans le référentiel NORIA de notoriété des revues de l'INRA. Cet outil permet aussi de constater que 78 articles de l'UMR sont classés dans le top 10 % des articles les plus cités au monde dans leur domaine et que 9 articles sont classés dans le top 1%.

L'importance des collaborations internationales ressort clairement de l'analyse de la production scientifique, puisque 78 % des ACL sont des co-publications entre des chercheurs d'au moins deux pays. Cela correspond en premier lieu à des collaborations avec des chercheurs ou des doctorants des pays d'implantation de l'UMR au Sud (Brésil, Costa-Rica, Thaïlande, Congo, Madagascar, Sénégal, Kenya), ce qui prouve que ces implantations vont bien au-delà de la simple acquisition de données sur des sites instrumentés en milieu tropical, mais qu'elles permettent de développer des programmes scientifiques fructueux et novateurs avec les chercheurs locaux. L'autre groupe de co-publications (environ 36 % du total) correspond à des ACL avec des co-auteurs de pays du Nord (USA, Allemagne, Royaume-Uni, Italie, Suisse, Pays-Bas, Suède) et montre que l'UMR est aussi reconnue dans ses domaines disciplinaires ou qu'elle est sollicitée pour mettre à disposition ses compétences ou ses données dans des collaborations internationales.

L'originalité et la portée des recherches sont précisées dans l'appréciation détaillée des thèmes de recherche (§4bis). De façon globale, les travaux publiés portent en premier lieu sur les thèmes porteurs de l'UMR comme les interactions entre organismes du sol et entre plantes, le couplage N/P, les interactions entre plantes, le fonctionnement de la rhizosphère, la séquestration du carbone dans les sols, la production de biomasse dans les systèmes de plantations, la contribution des racines profondes. L'UMR apporte sur ces thèmes des avancées scientifiques en matière de connaissances de processus ou de spécificités liées aux écosystèmes tropicaux ou à des systèmes de production à bas-intrants. Un autre groupe significatif de publications fait état d'avancées méthodologiques (RT-PCR *in situ* ; utilisation d'optodes pour mesurer finement *in situ* les variations de pH, pO<sub>2</sub> ; suivi de couverts végétaux par télédétection ; développement de la spectrométrie infra-rouge (SPIR) pour des caractérisations haut-débit et à faible coût des sols). Ces travaux montrent que l'UMR, s'appuyant sur ses ateliers techniques, sait aussi se positionner sur des recherches méthodologiques, qui, à terme, sont au service d'une meilleure connaissance des processus étudiés ou des objets d'étude. Enfin, tout un pan des publications est fondé sur les sites expérimentaux de grande envergure que l'UMR gère au Sud et qui lui permettent d'avoir un positionnement tout à fait original sur le plan international par sa contribution à la fois en termes de données et de modélisation en contexte tropical (en apportant des données et des modélisations en contexte tropical).

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

L'UMR Eco&Sols constitue un groupe de recherche parmi les plus importants dans son domaine en France, ayant notamment une forte spécificité de recherche en milieu tropical, voulue par ses tutelles et pleinement assumée par les chercheurs. Son implantation à Montpellier renforce son positionnement d'unité de recherche tournée vers le Sud et lui fait bénéficier du potentiel de recherche important de cette métropole dans le domaine de l'étude de l'environnement méditerranéen et de la biodiversité (Labex CeMeb) et dans celui de la définition de systèmes de production agricole durables (Labex Agro). Ainsi, le comité d'experts considère que son rayonnement et son attractivité académique sont de niveau excellent.

L'UMR participe ainsi à de nombreux projets, qu'elle coordonne fréquemment (38% des projets), car elle dispose d'un vivier important de chercheurs et ingénieurs seniors. Ces projets sont nationaux, mais également internationaux : Europe, Brésil, Thaïlande,... Elle est impliquée dans plusieurs réseaux nationaux et internationaux : le SOERE F-ORE-T, ASIAFLUX, FLUXNET, mais également CASA. Certains chercheurs ont intégré des groupes de travail du Ministère des affaires Etrangères, de l'Agence Française de Développement, des Nations-Unies et de la FAO. Enfin, de nombreux membres de l'unité ont été requis comme experts pour des projets variés mais d'envergure, tant pour les secteurs privé que public. Ces sollicitations démontrent la reconnaissance de l'UMR comme vivier d'expertise de haut niveau.

Plusieurs membres de l'unité font partie du bureau éditorial de revues scientifiques de très bon niveau ou prennent en charge l'édition de numéros spéciaux. L'importance de ce leadership scientifique est aussi mise en évidence par le nombre élevé de conférences invitées dans des congrès internationaux (49) ou nationaux (31). Cela se traduit aussi par l'organisation régulière de conférences scientifiques internationales (6<sup>ème</sup> symposium international ISMOM en 2011 avec 290 participantes, 16<sup>ème</sup> conférence internationale sur la spectrométrie en proche-infrarouge en 2013). L'implication de l'unité dans de très nombreuses conférences internationales montre bien sa reconnaissance dans ses domaines de compétence.

Des points-faibles peuvent néanmoins être relevés : d'une part, l'UMR ne fait pas mention d'une stratégie affirmée de collaboration avec des laboratoires au Nord et participe peu à des projets européens ; d'autre part, elle investit globalement peu dans l'accueil d'étudiants en post-doctorat qui pourraient favoriser de telles relations ; enfin, elle ne se positionne pas encore en leader dans les comparaisons internationales de type méta-analyse auxquelles elle participe, alors que l'importance de ses dispositifs pourraient lui permettre de coordonner de tels travaux.

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

L'UMR affiche dans son profil d'activité une part de 10 % consacrée à l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel. Cette proportion traduit l'importance prépondérante des recherches portant sur la compréhension des processus et le développement d'outils méthodologiques. L'UMR ne vise pas une connaissance systémique des systèmes de production agricole et si elle contribue de façon significative au progrès des concepts et méthodes de l'agroécologie, elle ne peut aborder que par collaboration la question de l'adaptation des systèmes de production agricole ou celle de l'évolution des pratiques agricoles. Ce profil se traduit notamment par une faible proportion des publications (3 %) destinée à la vulgarisation et l'absence de brevets.

L'interaction de l'UMR avec le monde socio-économique est néanmoins ciblée sur un axe original puisqu'elle consiste à favoriser la création d'entreprises de type start-up, qui fondent leur activité initiale sur des innovations de l'UMR, notamment en matière d'indicateurs de qualité des sols. Deux entreprises ont ainsi été créées depuis 2011 faisant suite à la création de deux autres entreprises au cours du quadriennal précédent. Ces entreprises, créées par des chercheurs ou des doctorants de l'UMR, bénéficient au départ ou sur la durée de l'appui des ateliers de l'UMR, puis comme pour l'entreprise *Envolure*, prennent leur autonomie au fur et à mesure que leur activité se développe.

D'autres indicateurs montrent une démarche positive d'interaction avec l'environnement non strictement académique, notamment des doctorats bénéficiant de bourses Cifre (2) et un nombre significatif de projets (43) établis avec des partenaires non académiques, notamment dans le secteur des plantations et de la fertilisation. Des membres de l'UMR interviennent aussi régulièrement comme experts pour des entreprises (9 chercheurs) ou pour les pouvoirs publics (6 chercheurs), dont une expertise de grande ampleur pour la FAO, visant à fournir à cet organisme international un outil d'évaluation du bilan carbone des actions qu'elle soutient. L'application Ex-ACT développée dans ce cadre, traduite en 4 langues, est utilisée dans différents pays et institutions comme appui à l'évaluation de projets de développement.

Les points-faibles relevés dans ce domaine d'activité, outre l'absence de brevets et un nombre modeste de publications à fin de vulgarisation, sont l'absence d'une cellule de transfert et la faible implication de l'UMR dans les réseaux mixtes technologiques (RMT) associant équipes de recherche et structures de développement. Au final, cela montre qu'en dehors de champs d'application spécifiques (plantations) ou de valorisation directe de certains travaux de recherche, les actions de transfert de l'UMR doivent se faire pour l'essentiel par l'intermédiaire de collaborations avec d'autres unités, notamment du CIRAD et de l'IRD, mieux positionnées en matière d'aide à la décision et de conseil vers les pays du Sud. L'approfondissement et la formalisation de telles collaborations peuvent s'inscrire, au cours du contrat à venir, dans une suite logique du déploiement de l'activité de l'UMR, sachant que son identité et sa cohérence interne semblent à présent bien établies.

Au final, l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel est jugée très bonne.

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

L'ensemble des éléments recueillis (dossiers, présentations, discussions avec les différentes catégories de personnel, auditions des tutelles) mettent en évidence la qualité exceptionnelle de la gouvernance de l'unité au profit d'un projet scientifique qui emporte l'adhésion de tous les membres de l'UMR et satisfait les tutelles.

La gouvernance apparaît en effet bien cadrée : un comité de direction associant à l'équipe de direction les responsables des thèmes de recherche, des axes transversaux et des ateliers techniques (18 membres au total) a été mis en place pour délibérer sur des choix scientifiques et des achats d'équipement. Par ailleurs, un conseil d'UMR regroupant des membres élus et nommés est consulté sur les aspects d'organisation et de fonctionnement général de l'UMR. Les différents conseils et groupes de travail mis en place assurent une bonne représentativité des personnels dans les instances de pilotage et une collégialité des décisions, tout en permettant de faire des choix qui renforcent le projet scientifique de l'UMR.

Trois éléments remarquables de cette gouvernance méritent d'être soulignés :

- l'organisation en trois thèmes de recherche, plutôt qu'en équipes séparées, apparaît à la fois efficace en termes de conduite de projets de recherche, tout en favorisant une dynamique collective de l'unité et l'émergence de travaux transversaux et interdisciplinaires ;

- les budgets récurrents attribués par les différentes tutelles sont mis dans un pot commun virtuel et sont gérés comme un seul budget. Ce budget commun assure un budget de base au fonctionnement des implantations et des sites instrumentés, mais aussi à des actions communes pilotées par l'équipe de direction ;

- un appel d'offre interne, fondé sur 25 % du budget récurrent de l'unité, a été mis en place pour soutenir en priorité des projets innovants de doctorants et de jeunes chercheurs, notamment dans les implantations au Sud, et pour favoriser les recherches inter-thèmes ou en appui à l'axe modélisation. Les montants ainsi investis sont significatifs (de l'ordre de 100 keuros par an) et l'impact de cette politique apparaît clairement positif à travers la réalisation de travaux initiaux qui ont jeté les bases de projets financés ultérieurement, des ACL de doctorants, des développements méthodologiques et la participation à des congrès.

Les ateliers techniques sont mutualisés, la direction ayant précisé que c'était son souhait initial de gestion. Ces ateliers techniques sont sous la responsabilité d'un IT, démontrant leur forte implication dans la vie de l'unité. Ils sont engagés dans une démarche qualité, pilotée par une animatrice, et mise en place au laboratoire central de Montpellier, mais aussi au LEMSAT de Dakar. Le laboratoire central de Montpellier bénéficie aussi d'un agrément pour l'importation de sols, ce qui est essentiel pour travailler en conditions contrôlées sur les organismes de sols tropicaux. De même, les sites instrumentés au Sud sont intégrés dans des réseaux labellisés (SOERE, Fluxnet) et reconnus au plan international, ce qui est à la fois une garantie sur la qualité des données recueillies et leur intégration dans des bases de données normalisées, mais aussi une confirmation de leur intérêt pour les programmes de recherche internationaux.

L'information et l'animation scientifique au sein de l'UMR se font par différents moyens et à différents niveaux : site internet de l'UMR, lettre d'information semestrielle, assemblée générale annuelle avec les expatriés, réunion toutes les 6 semaines des TdRs et de l'axe modélisation, séminaires réguliers de réflexion par TdR. De plus, un séminaire visant à donner une culture écologique commune à l'UMR est organisé de façon hebdomadaire. Les doctorants ont également la responsabilité de l'organisation d'une réunion hebdomadaire par thématique permettant de débattre des recherches de chacun, des difficultés rencontrées, etc. Par ailleurs, la gestion de l'espace de travail a été pensée de façon à encourager le partage entre thèmes. L'animation scientifique et l'organisation générale sont perçues comme réellement bénéfiques par les doctorants, post-doctorants et CDD.

Au final, l'UMR Eco&Sols, issue de la fusion d'équipes ayant des tutelles et des thèmes de recherche différents, apparaît moins de 5 ans après sa création officielle, comme une entité à forte identité et avec un collectif soudé et pleinement en appui au projet scientifique de l'UMR. Cette évolution remarquable s'explique notamment par la qualité de sa gouvernance.

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

Un axe formation a été explicitement défini au sein de l'organisation de l'UMR avec deux responsables identifiés qui structurent les actions en matière de formation doctorale, coordination et participation à des masters, formation continue des agents. Ceci souligne l'importance que représente cet aspect pour l'UMR. A noter cependant que la formation n'apparaît plus comme un axe dans le projet, sans qu'il en soit spécifié les raisons.

9 % des agents disent avoir organisé ou enseigné dans des réseaux de formation et 25 % dans des écoles-chercheur. L'unité ne comprend que deux enseignants-chercheurs, mais l'ensemble des personnels s'investit à hauteur d'environ 6h eq. TD pour les chercheurs et 2-3 h eq. TD pour les IT. Il faut souligner cet investissement aussi bien au Nord qu'au Sud. Plus généralement, il faut noter et soutenir la volonté récurrente de l'UMR de s'investir dans la formation.

### La formation doctorale :

L'UMR est fortement impliquée dans le fonctionnement de l'École Doctorale (ED) "*Systèmes intégrés en Biologie, Agronomie, Géoscience, Hydrosience et Environnement*" (SIBAGHE, ED477), qui constitue sa principale ED de rattachement : le directeur-adjoint de cette ED est membre de l'UMR ; des membres d'Eco&Sols assistent au comité de sélection aux allocations doctorales de la filière *Ecosystèmes et sciences agronomiques*, participent également aux comités de suivi des doctorants (6 référents) ou encore proposent des modules de formation pour les doctorants (modélisation, écoles d'été, etc.) auxquels 33 doctorants de l'UMR ont participé.

L'unité compte 22 HDRs sur 65 chercheurs ou EC (les 2 EC récemment recrutées n'ayant pas encore l'HDR). C'est un très bon ratio qui ne cesse de s'améliorer avec la soutenance régulière de nouvelles HDRs (+ 6). Cependant, la répartition entre les EC et chercheurs est inégale et les directions et co-directions sont nombreuses pour certains chercheurs, qui doivent veiller à rester dans les limites de l'ED de 3 docteurs temps-plein par HDR.

L'UMR annonce 124 thèses sur la période 2009-2013, dont 65 en cours parmi lesquelles 38 en direction ou co-direction : les doctorants concernés sont de 30 nationalités différentes et seuls 37 % d'entre eux sont inscrits dans une université au Nord, principalement l'ED SIBAGHE. Le complément correspond à des directions assurées majoritairement par des universités du Sud, mais dont les thèses bénéficient de l'encadrement des agents de l'unité. L'implication des chercheurs en tant qu'encadrants n'est pas clairement caractérisée et il serait intéressant que l'UMR identifie ce que représente cet investissement.

Les doctorants sont en premier auteur pour 133 des 385 ACL de l'unité et sont co-auteurs de 48 % des publications de l'unité. Cela indique une très bonne implication des doctorants dans le processus de valorisation de la recherche, ce qui par ailleurs a été confirmé par les intéressés. Néanmoins, 13 n'ont pas encore publié.

Le suivi de l'insertion des doctorants est effectué avec précision par la direction de l'UMR et montre que la plupart (53 %) des docteurs s'orientent vers la recherche et l'enseignement. Peu se tournent vers le privé.

Les doctorants, de même que les masters, sont très satisfaits de leur prise en charge technique, administrative et scientifique et n'identifient pas de problème particulier. Un appel d'offres interne permet aux doctorants de postuler seuls sur de petits projets pour obtenir un stagiaire ou une prise en compte de frais de déplacement pour un congrès par exemple, ce qui est particulièrement original et contribue à leur prise d'indépendance. L'entretien du comité d'experts avec la direction et les doctorants a permis de noter un très bon suivi général des étudiants aussi bien lors de leur passage dans l'unité qu'après leur sortie.

Le nombre de doctorants par HDR est proche de la moyenne générale de l'ED SIBAGHE, tandis que la longueur légèrement plus longue des thèses dans l'UMR (40 mois au lieu de 39 mois pour l'ED dans son ensemble) est à imputer aux étudiants étrangers qui bénéficient généralement de bourses de 4 ans. Au total cependant, la durée moyenne pour l'unité est de 4,3 ans en raison de quelques thèses excessivement longues, dont il faudrait chercher à limiter le nombre.

### La formation de niveau master

L'implication principale de l'UMR au niveau master se situe dans la co-direction d'un parcours recherche « Fonctionnement des écosystèmes terrestres et Aquatiques, Naturels et cultivés », qui dépend du Master « Ecologie-Biodiversité ». Ce parcours est co-habilité entre Montpellier Supagro et l'Université de Montpellier 2 et forme de l'ordre de 15 étudiants par an dont 80 % poursuivent en thèse, en partie au sein de l'unité.

Par ailleurs, le lien avec les formations master s'effectue principalement via les 2 enseignants-chercheurs de SupAgro. Les chercheurs sont néanmoins directement responsables de 8 modules (25 h) sur 20 dans des parcours de recherche (Montpellier II) ou des formations d'ingénieur de Montpellier SupAgro. Cela semble bien fonctionner mais il faut veiller à ce que les EC ne supportent pas toute l'organisation et la coordination de ces modules et des chercheurs associés.

#### L'appui à des formations au Sud

Des membres de l'UMR participent à la vie et la formation dans diverses universités du Sud, mais l'articulation de l'ensemble est peu explicitée et cette implication serait mieux valorisée si elle était plus clairement argumentée en termes d'objectifs et structurée en termes d'offre ou de participation. Il est ainsi difficile de savoir s'il s'agit d'heures de formation, d'expertise, de participation à des conseils, de formation proposée ou sollicitée, ou encore s'il s'agit d'implications récurrentes ou ponctuelles. On note cependant une formation régulière « MICROTROP » dispensée au Sud.

Enfin, l'UMR participe à des masters européens et veut s'investir dans les nouvelles technologies permettant l'enseignement à distance. Il s'agit probablement d'une évolution logique, mais est-ce vraiment du domaine de l'UMR qui ne compte que 2 EC sans perspective à court terme d'accroître ce nombre ?

#### La formation interne des agents

Au cours de la période concernée, 731 demi-journées de formation ont été suivies, principalement (90 %) pour les agents en poste, surtout CDI, dans le but de renforcer les compétences des agents (55 %) ou pour l'acquisition de nouvelles compétences. Les ITA disent néanmoins avoir des difficultés à suivre des formations organisées par des tutelles de l'UMR autres que leur tutelle d'origine. Les doctorants ont suivi les formations proposées par l'unité dans le cadre de l'école doctorale (10 % des demi-journées de formation).

L'unité propose de très nombreux cycles de séminaires thématiques ou dédiés à une communauté particulière. Ainsi, les jeudis de l'écologie sont proposés de façon hebdomadaire pour donner une culture commune aux agents. De même, une animation scientifique hebdomadaire est organisée par thème sous la responsabilité des doctorants en poste à Montpellier.

Au final, malgré un nombre d'enseignants-chercheurs limité, l'UMR a un niveau d'investissement jugé excellent en matière de formation par la recherche avec notamment une implication très forte dans la formation de niveau doctorale, en premier lieu au sein de l'ED *SIBAGHE*, mais de façon plus large à travers l'encadrement de nombreuses thèses de doctorants du Sud. Ces doctorants apparaissent très bien encadrés, soutenus dans leurs publications et s'insèrent en grande majorité dans des positions académiques. On note également la forte implication de l'UMR dans des formations de niveau master sur Montpellier, et à l'international dans les centres où sont les expatriés, et enfin la volonté d'évolution et de renouvellement, par exemple par l'utilisation des nouvelles technologies d'enseignement à distance.

Le relatif foisonnement de formations offertes induit cependant un manque de lisibilité de l'offre (structuration) quant à ses objectifs et cibles. De la même manière, il est difficile d'identifier les volumes horaires impliqués dans ces différentes formations ainsi que leur contenu exact et les intervenants. Il est également difficile d'identifier le rôle certainement crucial que joue des enseignants-chercheurs de l'UMR dans le dispositif.

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

La stratégie et le projet de l'UMR à cinq ans se caractérisent par une très grande stabilité, puisque la question générique de recherche, les trois thèmes de recherche, l'équipe de direction et l'organisation générale sont maintenues à l'identique. L'objectif scientifique général de l'unité reste donc d'améliorer la compréhension du « rôle des organismes du sol et des plantes, ainsi que des interactions entre eux et avec leur milieu, dans les cycles biogéochimiques au sein des sols et agro-écosystèmes ». Cet objectif général est néanmoins resitué dans une stratégie élargie de recherche qui s'attache à mieux identifier les effets des changements climatiques et de l'usage des terres sur les services écosystémiques assurés par les sols et les agrosystèmes.

Cette stabilité du projet apparaît justifiée par la création récente de l'UMR et la nécessité d'approfondir les questions de recherche initiées au cours du premier contrat. Le projet apparaît ainsi excellent : cohérent, il est de

plus tout à fait crédible dans sa réalisation puisque fondé sur un bilan d'activités très positif et une organisation rodée et efficace.

Au-delà de cette très grande stabilité, le projet affiche des défis à relever aux interfaces des trois thèmes de recherche et qui (en creux) montrent bien les points à renforcer. Ces défis sont au nombre de cinq : (1) un effort de conceptualisation accru intégrant les théories écologiques ; (2) le développement de la modélisation comme outil d'intégration et d'exploration ; (3) l'intégration des compétences disciplinaires et des données multi-sites ; (4) l'appréhension de l'hétérogénéité aux différentes échelles spatiales ; (5) le couplage des cycles biogéochimiques du carbone et des nutriments.

Ces défis sont ensuite intégrés dans les enjeux de recherche de chacun des thèmes de recherche. Il n'apparaît toutefois pas clairement comment ces défis modifient les démarches et les questions posées, faute d'un développement suffisant à l'écrit comme à l'oral.

Une analyse SWOT, réalisée en interne par l'UMR a porté sur les volets « Recherche », « Formation », « valorisation vers l'aval » et « Moyens » du projet. Cet exercice d'auto-évaluation, qui apparaît très honnête et lucide, identifie bien les forces et les opportunités de l'UMR qui conduisent à penser que ses compétences internes, la qualité de sa gouvernance et son positionnement stratégique doivent lui permettre de conduire à bien son projet et de s'affirmer ainsi comme une unité de recherche majeure dans les champs des interactions sols-plantes contribuant aux progrès de l'agro-écologie.

Cette matrice SWOT met néanmoins aussi en évidence des risques et des difficultés réels, notamment : (i) l'évolution défavorable du ratio chercheurs/IT qui peut à court terme atteindre des niveaux critiques, notamment pour le fonctionnement des ateliers techniques ; (ii) l'insuffisance des compétences internes dans les champs du calcul scientifique en appui à la modélisation, de la biostatistique et de la gestion des bases de données ; (iii) les difficultés de financement des dispositifs instrumentés au Sud et l'anticipation du renouvellement insuffisant des affectations pour le maintien du dispositif. Les tutelles ont conscience de ces difficultés, affirment vouloir venir en aide à cette UMR qu'ils considèrent tous très importante dans leur dispositif, mais soulignent également les restrictions budgétaires et la difficulté de pourvoir de nouveaux postes : ils suggèrent donc une intégration accrue de l'UMR dans des réseaux existants (ANAEE, SOERE), des plateformes de modélisation ou des collaborations avec d'autres UMRs, notamment à Montpellier, pour trouver ailleurs les compétences manquantes. Le comité d'experts reconnaît l'importance de ces difficultés, mais ne peut émettre d'avis sur la pertinence des solutions proposées.

Deux autres fragilités peuvent être identifiées par rapport à la spécificité des travaux de recherche au Sud : d'une part, l'éclatement des implantations (8 sites pour 18 expatriés) avec un isolement thématique possible des expatriés, un faible fonctionnement en réseau des implantations et un site unique en Thaïlande où une mixité CIRAD et IRD est effective ; d'autre part, l'instabilité du partenariat ou l'instabilité politique du pays d'accueil qui peuvent menacer les implantations dans certains pays. Une évaluation de l'intérêt respectif de disposer de sites dans des contextes pédoclimatiques et des agrosystèmes diversifiés au regard des risques associés, devra être menée.

Enfin, la pyramide des âges montre que la proportion d'agents de plus de 45 ans s'élève à 54 % chez les chercheurs et à 72 % chez les IT. La maturité actuelle de l'UMR, marquée par une production scientifique et une capacité d'encadrement importantes, ne doit donc pas masquer un besoin de rajeunissement à terme des compétences et de l'encadrement.

## 4 • Analyse thème par thème

**Thème 1 :** Sols, activités et réseaux biologiques

**Nom des responsables :** M. Eric BLANCHART, M<sup>me</sup> Claude PLASSARD

**Effectifs**

Les effectifs sont donnés en ETP.

Effectifs du thème	Au 30/06/2013	Au 01/01/2015
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires	0,5	0,5
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires	12,5	12,8
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)	6,5	7,5
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
ETP d'autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche	1	
ETP de doctorants	39	
TOTAL	60,5	20,8

### • Appréciations détaillées

Le thème de recherches 1 «Sols, activités et réseaux biologiques» a pour cible la compréhension de processus de transformations d'éléments nutritifs par des composantes biologiques du sol, dont la microflore et la microfaune. Les éléments nutritifs majeurs N et P sont pris en compte. Dans les sols, leurs réserves potentiellement mobilisables et potentiellement disponibles pour la végétation sont situées dans la matière organique. Pour N, la fixation bactérienne est une seconde source pour assurer la nutrition végétale. La compréhension des mécanismes qui gouvernent ces transformations et mobilisations des nutriments, permet d'accroître le rendement de la production végétale tout en minimisant les intrants chimiques. Le cycle du carbone est un autre aspect étudié, relié bien sûr aux précédents au vu de l'implication des mêmes acteurs biotiques dans la décomposition de la matière organique du sol. La séquestration du carbone dans les sols agricoles est d'ailleurs un objectif de l'UMR.

Deux aspects sont à souligner spécialement :

Les aspects microbiologie du sol sont considérés principalement sous l'optique fonctionnelle. Il s'agit de reconnaître l'activation de gènes fonctionnels reliés aux fonctions cibles, plutôt l'expression et la transcription de gènes, et ce non chez des souches microbiennes choisies, mais au sein de la communauté microbienne qui peuple le sol et assure ces fonctions dans le milieu de vie très complexe que sont les sols. Dans les sols, ces fonctions ne sont

jamais assurées par une souche bactérienne ou fongique seule, mais par des redondances et résiliences des communautés actives. Les travaux ne considèrent pas seulement la fonction des communautés, mais également les interactions entre organismes qui, à une échelle supérieure, influencent les communautés microbiennes, tant directement par prédation qu'indirectement par le conditionnement de l'habitat par la faune.

Le deuxième aspect est la recherche sur les déterminants des fonctions microbiennes. Ces paramètres abiotiques du milieu gouvernent principalement les fonctions biotiques. Ils régissent l'expression des gènes codant pour des fonctions nécessaires sous les conditions momentanées du milieu, comme (i) le besoin de nutriments de la végétation en croissance et, (ii) lorsque les nutriments sont en surplus et doivent être stockés dans le sol en tant que réserve pour la végétation à venir, (iii) la formation d'une masse microbienne qui sera une réserve stable mais mobilisable de nutriments, (iv) la formation de matière organique complexe qui assurera le fonctionnement et la stabilité physique du sol. Ces paramètres qui régulent les fonctions sont ceux qui sont la base de la modélisation mathématique des transformations dans les sols.

Ainsi les travaux du TdR 1 permettent la relation des connaissances avec la gestion de sols en vue de l'utilisation raisonnée de fonctions biotiques des sols agricoles. Ils sont donc dans la vision de l'agroécologie, une agriculture qui utilisera au maximum les ressources du sol tout en soutenant et développant les fonctions biotiques.

## Conclusion

### ▪ *Avis global sur le thème :*

Le TdR1 prend en compte la politique de l'UMR et s'y intègre. Les travaux qui ont trait aux organismes du sol ciblent les fonctions élémentaires qu'ils assurent spécialement dans les sols agricoles avec leurs exportations de nutriments par les cultures et le besoin soit de pourvoir par fertilisation les sols en nutriments pour la végétation suivante, soit de mobiliser des nutriments par des activités microbiennes. Le TdR1 ne succombe pas à la mode dictée par les progrès méthodologiques de réaliser des séquençages à grand débit et qui permettent des publications dans des revues à fort impact.

L'utilisation des méthodes moléculaires, qui sont une routine dans le laboratoire, y est donc très sensée, car elles sont ciblées vers des fonctions et des connaissances sur le fonctionnement des sols. Ceci permettra l'intégration de ce savoir dans la gestion des sols, éventuellement à plus longue échéance.

La poursuite de ces travaux sur différentes communautés et les interactions dans et entre les communautés est à encourager.

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

- analyse de fonctions de transformation sur base du génome des communautés microbiennes, de membres de la faune et de leurs interactions ;
- orientation selon des fonctions primordiales dans une approche de type agroécologie ;
- utilisation de méthodes moléculaires dans la compréhension de l'initiation de fonctions microbiennes par les conditions abiotiques.

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

- le passage des expériences en laboratoire au champ est à approfondir ;
- l'interdisciplinarité avec l'axe transversal modélisation doit être développée, sinon initiée.

### ▪ *Recommandations*

Le comité d'experts recommande comme proposé par l'unité de maintenir l'axe transversal modélisation et de continuer à développer le dialogue entre les travaux sur les fonctions biotiques et la modélisation. Les deux approches ont le même but : comprendre le fonctionnement des processus écologiques, de transformations pilotant la dynamique de la matière organique et des nutriments minéraux. Une approche théorique considère les paramètres qui régulent les transformations, donc en fait qui régulent des fonctions microbiennes. Une approche expérimentale analyse les acteurs de ces transformations pour comprendre l'expression des fonctions, tant par les produits de la transformation que par la transcription de gènes. Un dialogue entre ces approches parallèles permettra le



rapprochement et la coopération, c.à.d. l'utilisation de modèles pour explorer le système complexe sol-plante et le perfectionnement des modèles par les données expérimentales. Le dialogue entre expérimentateurs et modélisateurs est à développer, éventuellement supporté par un workshop et des conférences invitées.

Le comité d'experts soutient l'approche protéomique qui permettra de mieux définir et de quantifier les fonctions exprimées.

**Thème 2 :** Nutriments et intensification écologique

**Nom du responsable :** M. Tanguy DAUFRESNE, M. Jean-Paul LACLAU

### Effectifs

Le thème de Recherche Tdr2 concerne environ 30 agents permanents et représente au total 20 ETP dont un tiers d'ingénieurs et techniciens. Par ailleurs, 42 doctorants étaient rattachés *pro parte* à ce thème en juin 2013. Du point de vue des chercheurs et enseignants-chercheurs, 8 ETP sont uniquement sur ce thème ; 6 ETP sont partagés entre TdR 1 et TdR 2 ; 8,5 ETP sont partagés entre tdR 2 et tdR 3. Ce thème est donc fortement à l'interface avec les deux autres thèmes de recherche de l'UMR.

Les effectifs sont donnés en ETP.

Effectifs du thème	Au 30/06/2013	Au 01/01/2015
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires	0,5	0,5
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires	12,6	13,3
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)	5,5	5,9
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
ETP d'autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche	2	2
ETP de doctorants	42	
<b>TOTAL</b>	<b>62,6</b>	<b>21,7</b>

### • Appréciations détaillées

L'axe de recherche « Nutriments et intensification écologique » s'inscrit pleinement dans les objectifs de l'UMR à savoir la prise en compte des flux de nutriments, à différentes échelles, et ce dans le contexte de pratiques agro-écologiques innovantes en agriculture méditerranéenne et tropicale. Les pratiques étudiées sont variées (gestion des intrants organiques et minéraux, espèces végétales annuelles ou pérennes en plantations mono-spécifiques ou en association). Ces problématiques sont très pertinentes et tout à fait en phase avec les enjeux de la « double performance » économique et environnementale de l'agriculture.

Face à ces enjeux, les activités scientifiques s'organisent autour de 4 sous-thèmes, et plusieurs sujets pour chaque sous-thème. Les sous-thèmes concernent (i) le déterminisme de la biodisponibilité des éléments minéraux avec notamment les travaux sur la rhizosphère et la biodisponibilité d'autres éléments (P, Cu) ; (ii) le rôle du

recyclage des nutriments dans la production des agro-écosystèmes, et ce à l'échelle des peuplements ; (iii) l'intégration et la modélisation des processus rhizosphériques à l'échelle du segment de racine et de la plante entière, enfin, (iv) la complémentarité ou la facilitation entre espèces de peuplements complexes passant par le recyclage des nutriments. Les thématiques abordées sont toutes relatives aux nutriments et aux parties de plante (rhizosphère, segment de racines), plantes ou peuplements.

Cependant l'organisation stratégique et scientifique de ce thème n'est pas clairement exposée. Il serait d'autant plus utile de préciser cette logique qu'il existe de nombreuses interactions d'une part avec les autres thèmes de recherche de l'UMR, et d'autre part au sein de cette thématique. Le thème pourrait être plus explicitement organisé autour d'un changement d'échelle progressif : de l'échelle très locale et fine (la rhizosphère), à l'échelle de l'organe (le segment de racine) puis à l'échelle de la plante (rôle des racines profondes) et des peuplements (rôle des racines dans les processus de facilitation). Il faut encourager l'émergence d'une telle cohérence, qui sera facilitée si elle s'appuie sur une conceptualisation explicite des relations sol-plante et plante-plante (projet sur ce thème).

Néanmoins, cette relative difficulté dans la lisibilité des priorités passées, ne nuit pas à la qualité de la production scientifique, attestée par les différents indicateurs de production (nombre de contrats, thèses encadrées, ACL, organisation de manifestations scientifiques et de formation) que l'on peut attribuer directement à cette thématique. A titre d'exemple, le comité d'experts souligne les résultats obtenus sur le développement des racines profondes dans les plantations d'Eucalyptus, permettant d'interpréter de manière couplée les dynamiques d'utilisation des nutriments et de l'eau. Un autre exemple est donné par le projet ANR *PerfCom* coordonné par l'UMR et portant sur la complémentarité ou la facilitation, observées dans des associations céréales-légumineuses, en systèmes à faible niveau d'intrants. Ce projet associe de nombreux partenaires académiques, de l'enseignement agricole et des instituts techniques. Enfin, on peut souligner le fort investissement de cette thématique sur les nombreuses implantations expérimentales principalement dans les pays du Sud, aux côtés des autres thématiques de l'UMR ainsi que les nombreux partenaires impliqués dans ce thème.

## Conclusion

### ▪ *Avis global sur le thème :*

Le thème « Nutriments et intensification écologique » s'articule principalement (i) autour du rôle des racines, à différentes échelles, (ii) autour de la biodisponibilité et de l'utilisation des nutriments par les plantes, et (iii) autour du recyclage des litières végétales et des produits organiques. Ce thème est bien sûr incontournable dans le cadre des travaux sur la durabilité des agro-écosystèmes à faibles intrants chimiques dans les contextes méditerranéen et tropical. Il produit des connaissances nombreuses et originales, potentiellement utiles pour l'aide à la décision, même si la plupart des travaux sont plutôt cognitifs, en accord avec les missions principales de l'UMR.

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

Cette thématique est fortement sollicitée dans le cadre de l'évolution des enjeux mondiaux en matière de « double performance » économique et environnementale des agricultures du Nord comme du Sud. L'UMR a déjà, de par ses multiples implantations, abordé une diversité de « modèles » de peuplements végétaux, ce qui la place en bonne position pour aborder la question de la diversification des cultures, comme solution pour une agro-écologie de la parcelle cultivée. Ses travaux sur les systèmes racinaires sont aussi au cœur des enjeux, non seulement d'utilisation des nutriments, mais aussi de stockage et de stabilisation des matières organiques dans les sols (lien avec le TdR 3).

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

La structuration des priorités de cette thématique et des relations entre sous-thèmes n'apparaît pas clairement à la lecture du rapport, ainsi que la place de la modélisation, axe transversal aux thèmes de l'UMR et qui est indispensable à cette thématique fortement intégratrice de différentes échelles. Il apparaît que la notion « d'intensification écologique » impliquant des acteurs biologiques (plutôt positionné dans le TdR1) et des compromis entre services écosystémiques (plutôt positionné dans le TdR3), pourrait être associée à l'ensemble du projet de l'UMR et pas spécifiquement à ce thème de recherche. La relativement plus faible insertion des chercheurs dans les réseaux des pays du Nord (dont la France), résultant des missions principales de l'UMR tournée vers les pays du Sud, pourrait les isoler sur une thématique investie par de nombreuses équipes de recherche et partenaires du monde agricole et partenaires institutionnels.



- **Recommandations :**

Le comité d'experts recommande à l'UMR de préciser l'organisation de ce thème, de clarifier ses priorités et de faire appel plus systématiquement à différentes formes de conceptualisation (du schéma ou simple modèle verbal, jusqu'aux modèles mathématiques les plus théoriques en passant par des modèles de simulation plus mécanistes). Ce dernier point doit bien sûr être organisé en liaison étroite avec l'axe transversal de modélisation. Une insertion accrue dans les réseaux nationaux (comme les réseaux mixtes technologiques) permettra d'accroître la visibilité de l'UMR ; et de participer davantage à des travaux de R&D, notamment autour d'outils d'aide à la décision pour la fertilisation et la gestion des matières organiques.

**Thème 3 :** Carbone et changements globaux

**Nom du responsable :** M. Martial BERNOUX, M. Olivier ROUPSARD

**Effectifs**

Les effectifs sont donnés en ETP.

Effectifs du thème	Au 30/06/2013	Au 01/01/2015
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires		
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires	14	14
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)	3,5	4,1
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
ETP d'autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche		
ETP de doctorants	61	
<b>TOTAL</b>	<b>79,5</b>	<b>18,1</b>

### • Appréciations détaillées

Le thème de recherche 3 porte à la fois sur l'étude des flux, des stocks et l'allocation de C dans des agro-écosystèmes variés à herbacées annuelles, herbacées pérennes et ligneux. Les enjeux sur l'identification des déterminants biophysiques et écophysologiques majeurs de la productivité sont d'actualité et la production scientifique est de très bon niveau par rapport à ce qui se fait actuellement dans le domaine (167 ACL pour la période considérée, soit 2.6 ACL/ETP/an si on considère 14.2 ETP). Les articles sont publiés dans des revues forestières, de science du sol, d'écologie, de physiologie de la plante, dont la plupart sont dans le premier quartile de leur catégorie, et des journaux généralistes à facteur d'impact élevé (comme *Global Change Biology*, *Biogeosciences*, *Science*), en particulier pour les articles traitant de méta-analyses qui ont permis une très bonne valorisation des données issues des sites instrumentés. Les publications se font également dans des revues nationales et les communications orales ou par affiche dans les conférences reconnues dans le domaine.

Un point fort remarquable est l'adossement de la recherche à de nombreux sites de terrain, dont 4 sites fortement instrumentés situés dans des zones géographiques (tropicales) souvent peu pourvues en de tels sites (3 forestiers + 1 agro-forestier au Congo, Brésil, Thaïlande et Costa Rica). Les originalités aux échelles nationale et internationale de ces dispositifs sont d'une part la mise en place, sur un des sites, de manipulations *in situ* de systèmes couplant des traitements précipitations et nutriments (au Brésil), et d'autre part la forte composante écophysologique associée à la mesure physique des flux avec notamment l'étude des relations sol/plantes.

Cette implantation internationale est conforme aux missions soutenues par l'IRD et le CIRAD. Il est à noter cependant que le nombre total de sites (7 dont un seul commun CIRAD-IRD) pour 18 expatriés représente un risque de dispersion des forces et implique un soutien continu des partenaires sur place. Cependant, la collaboration avec le Brésil (site très complet) contribue à alimenter la compréhension dans les autres sites situés dans les autres pays (par ex, le site du Congo qui tout comme le Brésil porte sur de l'Eucalyptus). La mutualisation des approches doit être maintenue, voire renforcée.

Les autres points forts du thème sont le couplage des approches laboratoire et terrain, l'observation (ex: tour à flux), l'expérimentation (marquages isotopiques entre autres), la télédétection et la modélisation, ainsi que des échelles spatiales étudiées allant du  $\mu\text{m}$  dans la rhizosphère au bassin versant. Les approches de type bilan *in situ* sont complétées par des études plus pointues sur la sensibilité du stock de matière organique du sol au changement climatique. Cependant, la manière de combiner les deux aspects pour évaluer notamment les modifications de la respiration de l'écosystème, n'est pas explicitée à ce stade des travaux.

Par ailleurs, le thème présente un équilibre réussi entre recherche fondamentale de qualité (ex : effet K sur la durée de vie des feuilles, allocation du C) et recherche à orientation appliquée via les conditions étudiées (pratiques agricoles, agroforesterie, gestion des rémanents d'exploitation, effet d'introduction d'espèces fixatrices d'azote comme l'acacia, changements d'usages des terres comme la déforestation) ou les types de mesures (production de bois, de latex chez l'hévéa, services écosystémiques comme le stockage de carbone).

Enfin, on note un fort lien avec l'axe transversal modélisation (un bel exemple original est le couplage d'un modèle plante GDAY avec un modèle sol MOMOS incluant les microorganismes).

Les sites sont très bien insérés dans des réseaux reconnus à l'échelle nationale (observatoires SOERE-F-ORE-T) et internationale (CARBOAFRICA, ASIAFLUX, FLUXNET). A titre d'exemple, le réseau FLUXNET comprend 46 sites en Asie, dont seulement 2 en Thaïlande, l'un des 2 étant celui géré par l'unité.

On note une forte implication également dans le Réseau CASA soutenu par le PARRAF depuis 2013 et dont la coordination pour les pays du nord est assurée par l'UMR.

La reconnaissance de l'UMR au travers de la thématique 3 s'est concrétisée par la signature d'environ 25 conventions de recherche avec un membre de la TdR 3 comme coordinateur. Les financements sont mixtes : européens, ministériels, privés, de fondations. Un certain nombre d'autres projets non attribuables à une thématique spécifique car l'UMR n'intervient pas comme coordinatrice, pourraient émerger au TdR 3 également.

Enfin, les compétences de l'UMR sur les questions d'atténuation du changement climatique sont reconnues et ont induit l'implication de plusieurs membres du TdR 3 dans des instances nationales (experts pour diverses institutions, comités d'évaluation, GESSOL, AFES, Héliospir, et internationales (FAO, Global Soil Biodiversity initiative...)).

Les perspectives proposées sont très intéressantes et pertinentes tant d'un point de vue fondamental qu'appliqué. Elles sont déclinées en 4 sous-thèmes portant sur le carbone (dynamique de stocks de C, adaptations, pratiques agro-écologiques, développement d'indicateurs). La forte cohérence d'ensemble du thème est conservée (tous les sous-axes sont orientés flux, stocks de carbone dans les agro-écosystèmes) à travers une vision dynamique (temporelle), de compromis avec d'autres services écosystémiques, de couplage avec l'eau, les nutriments, les effets des contraintes (sécheresse, CO<sub>2</sub>) et la recherche d'indicateurs. Au sein des sous-thèmes, les actions mériteraient d'être hiérarchisées et l'axe adaptation, notamment, pourrait être davantage explicité avec une description plus précise des étapes nécessaires à sa mise en œuvre.

## Conclusion

### ▪ Avis global sur le thème :

Ce thème présente une grande cohérence d'ensemble avec des axes de recherche pertinents et des piliers solides en termes de dynamique générale, de sites, d'axes de recherche et de qualité des chercheurs reconnus internationalement. On note une très bonne valorisation des travaux.

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

Ce TDR développe une thématique d'actualité en lien avec les changements climatiques et le fonctionnement des agroécosystèmes. On souligne en particulier :

- l'étude approfondie (instrumentation de sites suivis sur le long terme) d'écosystèmes très variés et uniques ;
- la gestion et accès à des sites très instrumentés ;
- la complémentarité des chercheurs (pédologie-foresterie-écologie-agronomie) ;
- la présence dans des réseaux nationaux et internationaux et la participation à des méta-analyses internationales ;
- l'adossement à une thématique d'actualité et porteuse en termes de financement.

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

Deux points faibles du TDR sont liés à la pérennité de l'infrastructure de recherche. La possibilité de gérer l'ensemble des sites en parallèle et sur le long-terme n'est pas évidente pour des raisons de moyens et de contexte. La perspective de rajouter un site de tour à flux sur herbacées annuelles (cultures en Afrique de l'Ouest) est pertinente, mais les besoins et pistes prévues pour la rendre réalisable ne sont pas explicités. Par ailleurs, la lisibilité dans le temps des réalisations possibles liées aux politiques d'expatriations des chercheurs est faible, car celles-ci ne sont pas contrôlées par l'unité.

D'autres points faibles sont reliés aux démarches avec un manque de lisibilité sur les liens à renforcer avec la thématique 1 (en particulier en ce qui concerne la recherche d'indicateurs) et une faible prise en compte dans les perspectives de changements d'échelle et surtout de la manière dont sera traitée la problématique de l'impact du réchauffement climatique sur les stocks de matière organique.

▪ **Recommandations :**

Les recommandations portent essentiellement sur un renforcement du rayonnement international ainsi que sur une clarification de la démarche proposée pour l'avenir, en identifiant des jalons permettant de ponctuer l'avancée des recherches et en positionnant l'ensemble dans la recherche française et internationale. Il apparaît également nécessaire de renforcer les interactions avec le TdR1 et l'axe modélisation.

Il s'agit en particulier de :

- développer, comme cela est prévu, la place de leader dans des actions "phares" comme des méta-analyses englobant des systèmes très variés ou des axes de recherche originaux, grâce notamment à des interactions avec les autres thèmes de l'unité (par exemple au niveau du fonctionnement de l'interface racines/sols, et également des interactions carbone/nutriments) ;
- hiérarchiser les priorités des différents axes, et identifier les verrous pouvant limiter l'avancée des connaissances pour chacun d'eux ;
- progresser encore dans l'interaction avec la modélisation ;
- davantage élaborer la stratégie de recherche ciblée sur les adaptations et se positionner en termes de collaboration et de complémentarité avec les laboratoires français travaillant avec des tours à flux ;
- préciser les potentialités et les verrous à dépasser pour valoriser encore davantage la SPIR comme indicateur du fonctionnement du sol, en lien avec le TdR 1 qui traite également des indicateurs de qualité du sol.

**Axe transversal :** Axe modélisation

**Nom des responsables:** M. Frédéric GERARD et M. Gueric Le MAIRE

## • Appréciations détaillées

L'axe transversal "modélisation" est mis en avant par l'unité comme un point très important de son dispositif de recherche et de son organisation. Cet axe est animé par 2 personnes qui ont reçu une lettre de mission officielle du DU. Le but général est de fédérer les activités de modélisation de l'unité et de susciter le développement de nouveaux modèles d'une manière concertée. L'animation de l'axe s'est concrétisée par différents séminaires.

Cet axe ne constitue pas à proprement parler un thème à laquelle des personnes seraient rattachées en propre. Cependant, on peut souligner son utilité dans la mesure où (1) la modélisation est devenue un outil clef du développement de l'écologie scientifique, (2) l'écologie des sols est longtemps restée en retard en matière de modélisation, (3) celle-ci aide fortement à l'intégration des résultats dans un cadre conceptuel commun. On peut ainsi affirmer que l'axe participe au projet commun de l'unité et peut l'aider à atteindre l'objectif affiché de participer au développement d'une approche de type "écologie générale" en écologie des sols. La modélisation peut contribuer à intégrer les résultats des trois thèmes de recherche. Le récent recrutement/mutations de jeunes modélisateurs favorisera la réussite de cet objectif et le développement de cet axe de modélisation.

Il faut souligner certaines réussites déjà à l'actif de cet axe transversal : (1) réalisation d'un modèle mécaniste sur la disponibilité du phosphore, (2) initiation de l'interfaçage de ce modèle avec un modèle d'architecture racinaire, (3) adaptation du modèle G'Day pour modéliser le fonctionnement écophysologique des plantations d'eucalyptus.

Le maintien de la thématique modélisation dans un axe transversal paraît judicieux, tant que l'axe bénéficie d'une animation suffisamment dynamique favorisant les interactions entre tous les modélisateurs et entre les modélisateurs, les expérimentateurs et les utilisateurs de ces modèles.

Le but est bien d'assurer un continuum entre les différents types de modèles (des modèles les plus théoriques à des modèles de simulation visant à faire des prédictions quantitatives sur des écosystèmes particuliers) et les différentes approches empiriques (de l'expérience en conditions contrôlées au laboratoire aux observations de terrain). Le bon fonctionnement de cet axe nécessite sans doute l'implication d'une proportion importante des chercheurs de l'unité, modélisateurs et non-modélisateurs. Par-delà les problèmes techniques liés à la modélisation et en particulier à la nécessité de coder des programmes de simulation complexes, ce bon fonctionnement requiert une stratégie générale de modélisation, de la coordination, et une réflexion générale sur la conceptualisation et les interactions entre données empiriques, modèles de simulation mécanistes et modèles plus généraux et théoriques.

## Conclusion

L'axe modélisation est un axe transversal aux trois thèmes de recherche de l'unité. Le nombre important des publications de l'unité reposant sur la modélisation témoigne de sa place stratégique pour les recherches conduites dans l'unité. Cet axe transversal est donc essentiel pour favoriser les échanges entre les chercheurs à la fois sur la conceptualisation, le partage des modèles et surtout leur intégration.

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

L'axe transversal peut jouer un rôle clef dans la stratégie de recherche de l'unité et permettre d'intégrer les résultats des 3 thèmes. La compréhension du fonctionnement du système complexe sol-plante nécessite le recours à la modélisation associée à l'expérimentation. L'unité dispose de connaissances sur les processus physico-chimiques et biologiques et de compétences avérées en termes de modélisation mécaniste à différentes échelles pour répondre à ces problématiques.

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

Les informations données par le rapport ne permettent pas de détecter de points faibles majeurs, mais celui-ci n'est pas explicite sur la stratégie de modélisation adoptée collectivement et sur la façon dont elle est développée au



sein de l'UMR. Au-delà des deux séminaires d'animation transversale, le comité n'a pas pu apprécier comment les modélisateurs et les non-modélisateurs interagissaient. Les approches de modélisation théorique sont une réelle opportunité pour intégrer les concepts de l'écologie, mais leur positionnement et les attendus par rapport aux modèles déjà développés dans l'unité ne sont pas précisés. Enfin, des problèmes de couplage numérique entre les modèles ont été soulevés et peuvent constituer un frein.

▪ **Recommandations :**

Le comité d'experts recommande comme proposé par l'unité, de maintenir l'axe transversal modélisation. Une analyse SWOT sur cet axe à l'échelle de l'UMR permettra de définir plus clairement une stratégie collective concernant la modélisation pour conduire son projet d'unité. Une réflexion au niveau de la modélisation conceptuelle en impliquant à la fois modélisateurs et expérimentateurs devrait contribuer à préciser les attentes, les besoins et les verrous.

Au-delà de la mobilisation des compétences internes en modélisation. Le comité d'experts recommande d'explorer les possibilités d'utiliser voire d'alimenter les plateformes de modélisation (notamment la plateforme Sol Virtuel de l'INRA) pour construire les modèles intégrés couplant notamment les processus géochimiques, physiques et biologiques.

La définition d'un plan de formation interne à la modélisation en concertation avec l'axe formation serait souhaitable pour assurer le dialogue entre les modélisateurs et les non modélisateurs et s'approprier les nouveaux outils tels que les plateformes.

## 5 • Déroulement de la visite

### Date de la visite

Début : Le mardi 11 février 2014 à 7h45

Fin : Le mardi 11 février 2014 à 19 h

Lieu de la visite : Bâtiment Cœur de l'École et Bâtiment 12 de l'UMR Eco&Sols

Institution : Campus de la Gaillarde, Supagro Montpellier

Adresse: 2, place Pierre Viala, 34060 Montpellier Cedex 2

Locaux spécifiques visités : Le programme n'a pas comporté de visites de locaux, faute de temps.

### Programme de visite

Le programme de visite a été le suivant :

- 7:45 Huis clos - Présentation de l'AERES au comité d'experts par le Délégué Scientifique AERES (DS) : principes et modalités de l'évaluation
- 8:15 Présentation à l'unité du comité d'experts et présentation de l'AERES par le DS
- 8:30 Présentation du bilan de l'unité - M. Jean-Luc CHOTTE
- 9:10 Présentation Scientifique TdR 1 - MM. Eric BLANCHART et Claude PLASSARD
- 9:50 Présentation Scientifique TdR 2 - MM. Jean-Paul LACLAU et Tanguy DAUFRESNE
- 10:30 Présentation Scientifique TdR 3 - MM. Martial BERNOUX et Olivier ROUPSARD
- 11:10 Pause
- 11:30 Projet de l'UMR - M. Jean-Luc CHOTTE + animateurs TDR
- 12:45 Pause déjeuner
- 13:45 Rencontre avec les 4 tutelles
- 14:30 Rencontre avec les chercheurs et enseignants-chercheurs (*Membres du comité d'experts : M. Jean-Charles MUNCH, M. Sébastien BAROT, M<sup>me</sup> Claire DAMESIN*)  
Rencontre avec les ITA titulaires (*Membres du comité d'experts : M Alain MOLLIER, M<sup>me</sup> Sylvie RECOUS*)  
Rencontre avec les docs, post-docs, CDD (*Membres du comité d'experts : M<sup>me</sup> Véronique LENOBLE, M<sup>me</sup> Catherine KELLER, M. Christian WALTER*)
- 15:15 Rencontres avec le représentant de l'école doctorale
- 15:30 Rencontre avec l'équipe de direction de l'unité
- 16:00 Réunion du comité d'experts à huis clos
- 19:00 Fin de la visite

### Points particuliers à mentionner

Le programme de visite a été scrupuleusement respecté, grâce notamment à l'organisation logistique sans défaut assurée par la direction de l'UMR et son secrétariat.



## 6 ● Observations générales des tutelles

## Evaluation AERES – Réponse de l'unité 24 avril 2014

La Direction de l'Unité remercie, au nom du collectif Eco&Sols, les experts du comité AERES pour leur travail et l'analyse très détaillée du bilan et du projet de l'unité pour son prochain mandat. Les recommandations formulées sont des guides précieux pour la poursuite et le renforcement du travail accompli lors du premier mandat de l'unité. Aucun point de désaccord n'est noté. La réponse de l'unité apporte quelques précisions et indications sur les actions qui seront mises en œuvre pour répondre à ces recommandations. Ces actions ne concernent que le périmètre de responsabilité de l'unité et non ce qui revient à ses tutelles (exemple : moyens humains et financiers par exemple). Nos éléments de réponse concernent :

### L'Unité

- L'Unité est fortement impliquée dans des réseaux de collaborations Nord comme par exemple le SOERE F-ORE-T, et d'autres réseaux européens (COST, etc.). C'est également le cas du réseau "racines" constitué sur Montpellier-Avignon dans le cadre du consortium RHIZOPOLIS. Nous veillerons à mieux structurer et afficher nos implications dans ces réseaux mais aussi à préciser notre stratégie à y participer. Une implication plus forte de l'unité dans des initiatives comme les Méta-programmes INRA (ACCAF, EcoServ, pour les principaux) est sur l'agenda de l'unité. L'Unité a par ailleurs récemment participé à l'une des réunions du RMT « Fertilisation et environnement ».
- l'Axe « Formation » est bien maintenu dans le projet de l'Unité.
- La direction de l'Unité poursuivra le travail engagé depuis 2012 sur la Gestion des Ressources Humaines afin de maîtriser les écarts entre l'érosion des compétences IT (départs à la retraite) et l'évolution du projet scientifique de l'unité,

Le dispositif de l'Unité qui s'appuie aujourd'hui sur 8 implantations est l'une des richesses et des atouts du projet. Son renforcement passe par une mutualisation accrue avec d'autres unités et nos partenaires. La direction veillera à ce que cet atout puisse être préservé au maximum dans le contexte budgétaire difficile actuel afin de ne pas mettre en péril la réalisation du projet 2015-2019.

### Le Thème de Recherche 1

Deux points particuliers du rapport ont retenu notre attention et appellent une réponse

- *Passage de l'expérience en laboratoire au champ à approfondir :*

Depuis déjà 4 ans, la stratégie du TdR 1 est basée sur des allers-retours terrain-laboratoire. Il faut souligner que les processus étudiés au laboratoire se font en majorité sur des organismes isolés de nos terrains (plantes, microorganismes ou invertébrés). Ceci permet un retour facilité au champ pour la compréhension des mécanismes qui s'y produisent. Cette stratégie débouche aussi sur des potentialités d'intensification écologique en testant au champ les organismes/processus étudiés en laboratoire. Cette dynamique sera amplifiée.

- *Interactions avec l'axe modélisation*

La difficulté de la mise en œuvre d'interactions avec l'axe modélisation est due en partie à la complexité des acteurs (plantes, microorganismes ou invertébrés) et des processus étudiés. Néanmoins, différentes pistes sont engagées pour la compréhension des flux de nutriments (ex : le couplage SWORM-MOMOS, entre un modèle mécaniste des flux de P et un modèle probabiliste fonctionnel). Cependant, nous avons conscience qu'un effort doit être fait pour développer ces pistes en interne et à travers des collaborations extérieures. La recommandation d'organiser un workshop sur la modélisation des processus prenant en compte les acteurs biologiques nous semble très pertinente et nous tenterons de l'organiser d'ici 1 ou 2 ans.

## **Le Thème de Recherche 2**

Un point particulier du rapport a retenu notre attention et appelle une réponse :

- *Structuration des priorités du thème*

Un effort particulier sera mené, en concertation avec tous, pour structurer de manière plus claire l'organisation stratégique et scientifique du thème. La piste proposée par le comité d'organiser le thème autour d'un changement d'échelle progressif, du segment de racine à la communauté de plantes, nous paraît judicieuse et sera donc considérée en priorité. En outre, l'arrivée récente de chercheurs dans le TdR 2 ayant des collaborations soutenues avec des équipes anglo-saxonnes (en particulier au Canada, aux Etats-Unis, et en Australie) et des équipes françaises (notamment le CNRS-CEFE à Montpellier) devrait dynamiser l'insertion et la lisibilité de ce thème dans les réseaux des pays du Nord. Suite aux recommandations du comité d'évaluation, le TdR 2 de l'UMR Eco&Sols est maintenant intégré (avec le Cirad) dans le réseau français « RMT Fertilisation et environnement ».

## **Le Thème de Recherche 3**

Deux points particuliers du rapport ont retenu notre attention et appellent une réponse :

- *Pérennité de l'infrastructure de recherche : les sites instrumentés*

Comme le souligne le rapport, nos sites instrumentés sont une force (« Un point fort remarquable est l'adossement [...] à de nombreux sites de terrain»). Les chercheurs impliqués sont conscients des risques liés à la pérennité de ce dispositif, voire son ampliation par un site en Afrique de l'ouest (jugée pertinente par le comité de visite). Si nous ne contrôlons pas la politique d'expatriation de nos tutelles, nous travaillons néanmoins au renforcement de ces sites, en les associant à des réseaux internationaux et aux dispositifs prioritaires (DP Cirad et PPR pour l'IRD) ce qui renforcera auprès de nos tutelles l'argumentaire pour les renouvellements d'expatriation, voire de nouvelles expatriations. Ces sites sont également ouverts et mutualisés avec d'autres chercheurs français (d'autres UMRs), nos partenaires directs et leurs réseaux de collaboration, et aux chercheurs des différents réseaux internationaux. Pour ce dernier point, nous avons pour stratégie d'augmenter notre implication dans ces réseaux. Ainsi, en plus des réseaux déjà évoqués dans notre dossier AERES (réseau « FLUXNET »,...), notre équipe s'est associée récemment aux travaux menés par le JPI-FACCE. Quant au site en Afrique de l'Ouest, sa programmation est articulée avec les réseaux existants (AMMA, Agrhymet) et les équipes qui interviennent dans la région et qui sont concernées par le PPR-SREC..

- *Liens à renforcer avec le TdR 1*

Ce point sera abordé lors de la prochaine AG annuelle et lors de séminaires inter TdR1 et TdR3. Ces réflexions que nous avons d'ores et déjà engagées lors des réunions régulières des différents TdR ont pour objectif de hiérarchiser les priorités et d'identifier les verrous à l'inter-thème. Le « priming-effect » et « les changements d'échelles en lien avec la modélisation » sont à l'heure actuelle les points prioritaires qui seront traités lors de la prochaine AG annuelle.

## Axe transversal « Modélisation »

- *Stratégie de l'axe Modélisation*

La stratégie de l'axe modélisation repose sur la stratégie des thèmes de recherche, et y apporte un volet d'animation permettant de mettre en synergie les chercheurs des différents thèmes. De plus l'axe modélisation dispose d'un budget sur l'AO interne dont les termes portent explicitement sur les interactions sols/plantes et l'inter-thème, et plusieurs financements ont été engagés dans ce sens. Si l'axe modélisation est ouvert à tous les chercheurs, un mode de fonctionnement plus ancré dans les thèmes permettrait de renforcer les interactions avec les collègues « non-modélisateurs ». Ce point sera abordé dès la prochaine AG annuelle en juillet 2014.

- *Association avec des Plateformes de modélisation*

La faible implication de l'UMR dans les différentes plateformes de modélisation existantes tient principalement à un manque de capacité technique en interne dans le domaine, qui permettrait de réaliser l'interface entre les chercheurs de l'UMR et les ingénieurs en charge des plateformes. Cependant, le rapprochement avec la plateforme « Sol Virtuel » est en train de se faire au bénéfice d'un projet récent ayant permis le recrutement d'un CDD ingénieur en « calculs scientifiques ». La direction de l'Unité en concertation avec les animateurs de l'axe, veillera à poursuivre dans ce sens avec les moyens dont disposera l'Unité.



**UMR Eco&Sols**  
Montpellier SupAgro-Cirad-INRA-IRD  
2, place Viala  
Bât. 12  
34060 Montpellier cedex 2, France

Monsieur Pierre GLAUDES  
Directeur de la Section 2  
Unités de recherche  
AERES  
20 Rue Vivienne  
75002 Paris

Marseille, le 29 avril 2014

Objet : Réponse au rapport du comité de visite UMR ECO&SOLS

Monsieur le Directeur, Cher Collègue,

L'IRD se félicite de la teneur très positive du rapport rédigé par le Comité de Visite AERES et portant sur la qualité des recherches de l'UMR ECO&SOLS. Ce rapport illustre le dynamisme de l'unité et son très bon niveau en termes de publication, de participation aux enseignements et dans le domaine de la valorisation. Il souligne également le caractère exemplaire de la gouvernance d'ECO&SOLS. Nous prenons bonne note de la perception très favorable du Comité de l'implication envers les pays du Sud. Nous partageons le constat de la nécessité d'une prise en compte plus intégrée et plus visible de la modélisation dans le projet à venir. Nous partageons aussi l'idée d'une nécessaire stabilisation (voire d'une réduction) de la diversité et du nombre d'implantations afin d'optimiser la stratégie de l'Unité pour les actions vers le Sud.

Dans un souci de limiter les risques liés aux ressources et à l'évolution des moyens, nous encouragerons la direction de l'Unité à plus de mutualisation et de collaboration avec les unités et les dispositifs du site montpelliérain pour améliorer ses capacités de projection scientifique dans le cadre de réseaux structurés autour de la problématique « eau – sols – plantes ». La formalisation de telles collaborations devrait également permettre de renforcer son implication dans la vulgarisation des connaissances et leur valorisation.

Par ailleurs, nous reconnaissons avec le Comité de Visite les améliorations possibles dans les domaines de l'enseignement et du transfert de connaissances, en particulier l'articulation de ces activités avec différentes universités du Sud. Pour une unité si impliquée au Sud, il semble nécessaire d'améliorer la cohérence de son dispositif international, tout en renforçant les liens inter-tutelles dans la recherche comme dans la formation.

Je vous prie d'accepter, Monsieur le Directeur, Cher Collègue, l'expression de mes meilleures salutations.



**Bernard DREYFUS**

Copies :  
DU : Jean-Luc Chotte