

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ
ECOSYS - Écologie fonctionnelle et
écotoxicologie des agroécosystèmes

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET
ORGANISMES :

AgroParisTech

Institut national de recherche pour l'agriculture,
l'alimentation et l'environnement — Inrae
Université Paris Saclay

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E

Rapport publié le 02/04/2025



Au nom du comité d'experts :

Patrick Kestemont, président du comité

Pour le Hcéres :

Stéphane Le Bouler, président par intérim

En application des articles R. 114-15 et R. 114-10 du code de la recherche, les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts sont signés par les présidents de ces comités et contresignés par le président du Hcéres.

Pour faciliter la lecture du document, les noms employés dans ce rapport pour désigner des fonctions, des métiers ou des responsabilités (expert, chercheur, enseignant-chercheur, professeur, maître de conférences, ingénieur, technicien, directeur, doctorant, etc.) le sont au sens générique et ont une valeur neutre.

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. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président :	M. Patrick Kestemont, Université de Namur, Belgique (président)
	Mme Marie Charru, Bordeaux Sciences Agro (représentante des CSS Inrae)
	M. Frédéric Coulon, Cranfield University, Royaume-Uni
Experts :	Mme Mélanie Davranche, Université de Rennes 1
	M. Mark Irvine, Inrae, Villenave d'Ornon (Personnel d'Appui à la Recherche)
	Mme Anne Pellegrino, Montpellier SupAgro (représentante de la Cneca)

REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Magalie Baudrimont

REPRÉSENTANTS DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES TUTELLES DE L'UNITÉ DE RECHERCHE

M. Thomas Nesme, Chef du Département AgroEcoSystem, Inrae
Mme Mylène Ogliaastro, Cheffe du Département SPE (Santé des Plantes et Environnement), Inrae
M. Alexandre Péry, Directeur de la Recherche et de la Valorisation, AgroParisTech

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Écologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes
- Acronyme : Ecosys
- Label et numéro : UMR 1402
- Nombre d'équipes : 3
- Composition de l'équipe de direction : Mme Sabine Houot (directrice), M. Cyril Girardin (directeur adjoint puis directeur), M. Pierre Benoit (directeur-adjoint)

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

SVE Sciences du vivant et environnement
SVE1 Biologie environnementale fondamentale et appliquée, écologie, évolution

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'unité s'inscrit dans le contexte des changements globaux et du développement de l'influence urbaine sur les agroécosystèmes et, plus récemment, sur l'influence de la présence de plantes sur le fonctionnement urbain. Les recherches portent sur le fonctionnement des agrosystèmes en interaction avec leur environnement en utilisant les leviers de l'agroécologie pour atténuer et s'adapter au changement climatique, montrer que l'agriculture participe à la bioéconomie des territoires. Elles contribuent également à une approche globale de la santé par des travaux sur les flux de contaminants (incluant les pathogènes des cultures) dans les agrosystèmes.

Le fonctionnement des agrosystèmes est au centre des travaux de l'unité, où les plantes sont en interaction avec le sol et l'atmosphère, et aussi avec les composantes biotiques et abiotiques de leur environnement. Une spécificité de l'unité est de pouvoir considérer les trois composantes sol, plante et atmosphère contribuant au cadre conceptuel de recherche avec une diversité de compétences (biogéochimie, écotoxicologie et écophysiologie) distribuées dans les trois équipes (appelées pôles) Sol, Ecotox et Eco&Phy.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'unité Ecosys a été créée le 1er janvier 2015 suite à la fusion de trois entités : l'UMR Inrae-AgroParisTech « Environnement et Grandes Cultures » (EGC) localisée à Grignon (78 850) au niveau du campus AgroParisTech (APT) d'alors, l'UMR Inra-Apt « Physico-chimie et Ecotoxicologie des sols d'Agrosystèmes Contaminés » (Pessac) localisée dans l'enceinte du centre Inrae de Versailles (78 000) et le personnel Inrae et APT de l'équipe « matière organique » de l'UMR BioEmco (UPMC, ENS, CNRS, IRD, Upec, Inrae, APT) localisée à Grignon également. Jusqu'en 2022, les trois équipes de l'unité (Sol, Ecotox et Eco&Phy) étaient situées dans trois bâtiments différents et distants : la direction, l'équipe d'appui et l'équipe Eco&Phy dans le bâtiment « Bioclimatologie » sur le plateau de Grignon ; l'équipe Sol dans le bâtiment Eger dans l'enceinte du château de Grignon (1,7 km) et l'équipe Ecotox dans l'enceinte du centre Inrae de Versailles (15 km). Les enseignants-chercheurs (EC) APT de l'unité font partie du département SiaFee (Science et Ingénierie Agronomiques, Forestières, de l'Eau et de l'Environnement) d'Apt localisé sur les deux campus principaux d'Apt : Paris (rue Claude Bernard 75005) et Grignon. Les enseignements se font principalement sur ces deux localisations d'APT (Paris et Grignon). L'éloignement entre locaux de recherche et d'enseignement génère beaucoup de déplacements pour les EC de l'unité. En octobre 2022, AgroParisTech et les UMR associées dont l'unité Ecosys ont déménagé sur le Campus AgroParisSaclay (Caps) à Palaiseau (91 120), les trois équipes se retrouvant dans le même bâtiment « Agroécologie » du campus partagé avec trois autres unités (Sciences for the Action and Development - Activities, Products, Territories : Sadapt, Agronomie et BIOlogy of fungal plant pathogens: from GENomes to agRo-ecosystems : Bioger). Ce déménagement a permis le rapprochement des trois équipes dans le même bâtiment, conduisant les équipes Sol et Ecotox à fusionner, car leurs travaux portent sur des questions très liées.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'unité est intégrée dans un écosystème scientifique dynamique au sein du plateau de Saclay, un pôle stratégique de recherche et d'innovation en Île-de-France. Cet environnement rassemble des établissements prestigieux tels que l'Université Paris-Saclay, AgroParisTech, CentraleSupélec, ENS Paris-Saclay, ainsi que des centres de recherche comme le CEA et l'Inrae, offrant un cadre propice aux collaborations interdisciplinaires et aux avancées scientifiques.

L'unité est rattachée à l'Inrae, dans le cadre de l'Institut Carnot 3BCar, un réseau national consacré à la bioéconomie, aux biomolécules, bioénergies et matériaux biosourcés. Ce rattachement renforce sa capacité à collaborer avec des partenaires publics et privés pour des projets innovants dans ces domaines.

L'unité est aussi impliquée dans des structures collaboratives telles que le labex C-Basc (Biodiversité, Agroécosystèmes, Société, Climat) et l'Équipex Anae (Analyses et Expérimentations sur les Écosystèmes). Ces dispositifs lui permettent d'accéder à des infrastructures de recherche avancées et de contribuer à des études d'envergure sur l'adaptation des écosystèmes face aux changements globaux.

L'unité joue un rôle actif dans des clusters régionaux consacrés à la transition écologique et à la bioéconomie. Elle collabore étroitement avec les associations «Terre et Cité» et «Plaine de Versailles», qui soutiennent le développement d'une agriculture durable en périphérie urbaine. Ces associations, soutenues par des programmes européens de type Leader (Liaison Entre les Actions de Développement de l'Economie Rurale), facilitent les échanges entre chercheurs, agriculteurs et collectivités.

L'unité co-pilote un Living Lab lancé en 2017, couvrant les territoires de la plaine de Versailles, du plateau de Saclay et du Triangle Vert (Essonnes). Ce dispositif favorise des expérimentations collaboratives pour relever les défis agricoles en contexte périurbain. Par ailleurs, l'unité bénéficie des infrastructures du plateau de Saclay, notamment les plateformes analytiques de l'Inrae, consacrées à l'étude des biomasses et des sols.

L'unité contribue activement à des infrastructures de recherche nationales et internationales, comme l'Anae et d'autres TGIR (Très Grandes Infrastructures de Recherche), pour renforcer ses capacités analytiques et expérimentales. Elle est également impliquée dans des projets européens Horizon sur les thématiques de l'agriculture durable, du recyclage de biomasses et de la neutralité carbone.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	14
Directeurs de recherche et assimilés	12
Chargés de recherche et assimilés	16
Personnels d'appui à la recherche	51
Sous-total personnels permanents en activité	97
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	5
Personnels d'appui non permanents	7
Post-doctorants	4
Doctorants	25
Sous-total personnels non permanents en activité	41
Total personnels	138

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2023. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
INRAE	0	27	45
AGROPARISTECH	15	0	3
AUTRE	2	1	0
Total personnels	17	28	48

AVIS GLOBAL

Les recherches menées par l'unité Ecosys portent sur le fonctionnement des agrosystèmes en interaction avec leur environnement. L'unité utilise les leviers de l'agroécologie pour répondre aux enjeux du changement climatique, valoriser l'agriculture comme acteur clé de la bioéconomie des territoires, et contribuer à une approche intégrée de la santé, alignée sur le concept «One Health» et centrée sur les flux de contaminants dans les sols. L'approche interdisciplinaire de l'unité, croisant biogéochimie, chimie environnementale, écotoxicologie, écophysologie et bioclimatologie, contribue à des solutions pratiques pour améliorer la durabilité des agroécosystèmes. Les ressources de l'unité sont excellentes et en adéquation avec ses objectifs scientifiques. Pendant la période de référence, elle a obtenu 14 226 k€ de financements externes, représentant 86 % de son budget total, en complément des 1950 k€ institutionnels. Ces financements incluent notamment des projets Horizon 2020 (x18, 6 portés) et la coordination du European Joint Programme Soil, ainsi qu'une variété de contrats nationaux tels que les projets soutenus par l'ANR (x25), l'Ademe (x28) et des partenariats privés. La progression continue des financements publics et associatifs, de 1137 k€ en 2018 à 1616 k€ en 2023, illustre le dynamisme de l'unité, soutenue par des partenariats industriels et des collaborations fructueuses. L'unité s'appuie sur des infrastructures de haute qualité pour mener ses recherches, incluant les plateformes Phaire, Icos et Soere-Pro, des équipements de pointe tel qu'un spectromètre de masse à transfert de protons et des sites expérimentaux emblématiques comme les enceintes phytotroniques, les sites patrimoniaux de Grignon depuis 1875 et Versailles depuis 1928, et les toits potagers sur le campus. Ces installations, souvent labellisées ou certifiées, garantissent des recherches d'excellence.

L'unité allie chercheurs expérimentés et jeunes talents, favorisant la dynamique de recherche. Toutefois, la diminution significative des effectifs permanents, notamment les informaticiens et modélisateurs passant de sept à zéro personne, en partie liée à des départs à la retraite ou des mobilités sortantes, fragilise certaines missions clés, telles que la gestion informatique des données et les travaux de modélisation ou les expérimentations végétales. Le renouvellement important des personnels représente également un défi pour assurer la continuité et la transmission des savoir-faire.

L'impact scientifique de l'unité est exceptionnel, avec 639 articles publiés dont 593 dans la base Web of Science Core Collection, douze ayant été publiés dans des revues de large audience, notamment Nature (x3), Nature Communications (x6), Nature Reviews Earth and Environment (x1), Nature Reviews Microbiology (x1) et Nature Global Change (x1). La productivité de l'unité a progressé de 13 % par rapport à la période 2013-2017, atteignant 2,7 ACL/ETP/an, et les doctorants publient en moyenne trois ACL/thèse, ce qui est excellent. Les publications, majoritairement pluridisciplinaires, couvrent 42 champs thématiques, avec 69 % dans des revues de référence et 3,2 % «Highly Cited». Malgré les fortes contraintes liées au déménagement et à l'aménagement difficile des nouveaux locaux, l'unité a maintenu une production de qualité, soutenue par des collaborations solides. Parmi les travaux marquants de l'unité, une étude du pôle Eco&Phy a révélé l'impact significatif des extrêmes de température de 2022 sur les forêts européennes, réduisant leur capacité à absorber le carbone (Nature Communications, 2023). Une autre recherche portée par le pôle SOL a démontré le rôle clé de la matière organique particulaire dans la stabilisation du carbone organique dans les sols (Nature Communications, 2021), offrant ainsi de nouvelles perspectives pour renforcer le stockage de carbone et contribuer à des solutions durables face au changement climatique. Le pôle Ecotox a réalisé des avancées importantes dans la quantification des exposomes pour intégrer la somme des expositions environnementales au cours de la vie d'un organisme (Agriculture, Ecosystems & Environment, 2021) ainsi qu'une meilleure connaissance des effets de mélange des contaminants pour augmenter la capacité à prédire l'écotoxicité dans des conditions proches de la réalité où les sols sont multi-contaminés (Environmental Science and Pollution Research, 2022). Le comité note également une excellente visibilité nationale et internationale de l'unité grâce à son implication dans des congrès prestigieux, de nombreuses invitations (x70) sur des thématiques stratégiques comme la santé des sols et des responsabilités éditoriales dans des revues de renom.

L'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société est excellente et se distingue par des partenariats solides avec des acteurs non-académiques, tels que Veolia, GRDF et Vinci, qui ont conduit au développement d'outils pratiques comme l'indicateur Ismo (Indicateur de Stabilité de la Matière Organique, norme Afnor) et le service commercial EnVisaGES.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A — PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

De manière générale, l'unité a très bien pris en compte les recommandations du précédent rapport. Ainsi, la production scientifique a légèrement augmenté (13 %) passant de 2,5 à 2,7 ACL/ETP/an malgré un contexte de déménagement de l'unité. Par ailleurs, la production scientifique des doctorants a nettement progressé, avec 3,4 ACL/doctorant et 2,2 ACL/doctorant en 1^{er} auteur. Le nombre de thèses sans publication est tombé à 7 % (au lieu de 30 % précédemment). Les doctorants ont par ailleurs été impliqués dans les enseignements (300 h/an pour l'ensemble des 75 doctorants). Les collaborations internationales ont été renforcées et plusieurs programmes européens sont en cours, notamment dans le cadre du European Joint Programme (EJP Soil). La labellisation du site Integrated Carbon Observation System (Icos) a également permis de renforcer les collaborations européennes. Au travers d'AgroParisTech, l'unité est inscrite dans l'université européenne de bioéconomie (Ebu), qui compte huit partenaires européens. L'unité assure la coordination de deux projets Erasmus+ et d'un projet Horizon Europe (Destiny).

En ce qui concerne la stratégie de recrutement, l'unité a établi un plan de recrutement régulièrement discuté avec les tutelles. Plusieurs pertes ont ainsi pu être compensées. Néanmoins, l'objectif Inrae présenté lors de la construction du projet Saclay n'est pas atteint (72 personnes Inrae au lieu de 82). Des tentatives de mutualisation entre unités sont faites pour certaines compétences (personnel de l'atelier ou informaticiens de proximité), mais les recrutements restent en deçà des besoins des unités.

La création des thèmes scientifiques structurants (TS) a facilité les interactions entre pôles, également renforcées par le déménagement à Palaiseau. Des visites des nouveaux laboratoires sont organisées pour mieux connaître les équipements disponibles au sein de l'unité. La répartition des laboratoires dans le nouveau bâtiment contribue aussi à améliorer cette mixité, avec regroupement autour de techniques communes aux différentes équipes telles que chimie, chromatographie, biologie, etc.

Les animations scientifiques ont été renforcées, avec la mise en place de séminaires hebdomadaires (Ecosciences), de réunions/animations régulières avec des groupes de lecture d'articles, des groupes d'aide à la rédaction d'articles, des présentations de projets, ainsi que de l'animation autour des traitements de données et de la programmation sous le logiciel « R ».

Malgré un fort investissement de l'unité pour faire face à l'aménagement de nouveaux laboratoires à Palaiseau, ceux-ci ont présenté de nombreuses imperfections qui ne sont pas encore toutes résolues. La réunion de plusieurs sites en un seul et l'aménagement d'un bâtiment moderne n'ont pas réduit les coûts de fonctionnement qui sont très élevés et risquent d'affecter le bon fonctionnement de l'unité. La transition vers Palaiseau a été menée avec un projet de fusion des équipes Sol et Ecotox qui semble réussie. Des interactions avec les autres unités du campus ont été mises en place.

B — DOMAINES D'ÉVALUATION

DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Les objectifs scientifiques de l'unité sont excellents. L'unité démontre une approche intégrée et innovante, en lien avec les enjeux globaux de l'agroécologie et de la transition climatique. Ses travaux, à la croisée de la biogéochimie, de l'écotoxicologie et de l'écophysiologie, contribuent à des solutions pratiques pour améliorer la durabilité des agroécosystèmes. L'interdisciplinarité des pôles et la mobilisation de divers leviers, allant du recyclage organique à la séquestration du carbone, justifient pleinement l'excellence de l'équipe. Un risque important est identifié suite au départ de tous les informaticiens-modélisateurs, fragilisant les activités de modélisation au cœur des projets des deux pôles.

Appréciation sur les ressources de l'unité

Les ressources de l'unité sont dans l'ensemble excellentes et en adéquation avec les objectifs scientifiques. L'équipe dispose d'infrastructures de qualité pour mener ses recherches à différentes échelles, allant des expérimentations de terrain à la modélisation avancée. Les ressources humaines, avec un mélange de chercheurs expérimentés et de jeunes talents, favorisent la dynamique de recherche.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

La forte volonté de promouvoir la parité, l'équité et la gestion des situations de handicap de l'unité est remarquable. L'accueil des nouveaux arrivants est également très bien organisé. La diminution des effectifs permanents fragilise cependant les missions d'appui logistique, la gestion informatique et les expérimentations végétales. Le renouvellement important des personnels représente également un défi pour assurer la continuité et la transmission des savoir-faire.

1/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques pertinents.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux de recherche de l'unité répondent à des enjeux environnementaux et sociétaux de premier plan qui sont développés au travers des quatre thèmes structurants de l'unité. Les objectifs scientifiques sont dès lors jugés excellents et très pertinents, permettant à l'unité d'être parfaitement intégrée dans son environnement de recherche institutionnel au plan national (Inrae) et local (Université Paris-Saclay, AgroParisTech, CLand Convergence Institute). Ainsi, les compétences de l'unité s'insèrent parfaitement dans les champs thématiques CT3 (sciences de l'environnement) et CT2 (sciences du vivant) d'Inrae-AgroEcoSystem, avec des recherches qui s'inscrivent dans plusieurs des grandes orientations stratégiques (Gos) du département de tutelle, mais aussi dans des Gos du département Santé des Plantes et Environnement (SPE). Six membres de l'unité sont d'ailleurs impliqués activement dans l'animation de ces Gos. D'autres membres sont impliqués dans les commissions scientifiques spécialisées (CSS) et d'évaluation des ingénieurs (CEI), ce qui démontre une implication forte d'Ecosys dans les activités de la tutelle Inrae. Au niveau de l'Université Paris-Saclay, les activités de recherche de l'unité contribuent aux objectifs de l'objet interdisciplinaire du Centre for Interdisciplinary studies on biodiversity, agroecology society and climate (C-Basc). L'unité est par ailleurs fortement impliquée dans des infrastructures nationales de recherche pluri-institutionnelles (Anae, Icos) ainsi que dans des infrastructures scientifiques collectives (ISC) d'Inrae.

Considérant la convergence des recherches, des approches expérimentales et de modélisation, la fusion des pôles Sol et Ecotox a été discutée dès 2020 et mise en œuvre en octobre 2022. Au plan technique, la stratégie de l'unité de rendre visibles les infrastructures de recherche, de les insérer dans des infrastructures nationales et de les ouvrir à des collaborations extérieures à l'unité pour consolider leur pérennité et augmenter leur valorisation est excellente.

Points faibles et risques liés au contexte

Peu de points faibles ont été identifiés pour ce critère. Toutefois, le non-renouvellement de certains postes Inrae risque à terme de fragiliser l'unité au vu de la multiplicité des objectifs scientifiques et du développement de nouvelles thématiques parfois complexes. Un risque important pèse sur les approches de modélisation suite au départ de tous les informaticiens et modélisateurs (lié au déménagement de l'unité sur le site de Paris Saclay).

2/ L'unité dispose de ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche et les mobilise.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a su démontrer, lors de la période de référence, une très forte capacité à obtenir des financements en complément des 1950 k€ institutionnels (soit ~325 k€ par an). Un montant total de 14 226 k€ a ainsi été obtenu sur la période de référence, soit 2371 k€ par an avec une nette augmentation sur les deux dernières années (3033 k€ en 2022 et 2935 k€ en 2023, représentant 86 % des ressources totales de l'unité), ce qui est excellent et

en adéquation avec son profil d'activités majoritairement orienté vers la recherche (~55 % de l'ensemble des activités).

Les financements obtenus au travers des appels à projets régionaux et locaux (1289 k€), ainsi que des appels internationaux (2639 k€), ont permis de garantir une diversification des sources de financement au cours de la période d'évaluation. La part des ressources propres obtenues par des financements publics et associatifs nationaux est particulièrement élevée, avec une augmentation continue, passant de 1137 k€ en 2018 à 1616 k€ en 2023. Ce dynamisme est soutenu par des partenariats industriels et des collaborations, générant des revenus de valorisation. Enfin, la masse salariale des permanents est importante (9720 k€) avec 92,5 permanents, comprenant 47,5 scientifiques (chercheurs et enseignants-chercheurs) et 45 personnels techniques, représentant 72 % des effectifs totaux, ce qui reflète un environnement de recherche solide et un effectif compétent pour soutenir les projets.

Points faibles et risques liés au contexte

Les financements provenant des appels à projets régionaux et locaux ont connu une diminution notable entre 2018 et 2021, avec un montant minimal en 2021 (34 k€). Toutefois, un rebond est observé en 2022 et 2023, avec des montants respectifs de 476 k€ et 282 k€. Cette fluctuation pourrait signaler une vulnérabilité liée à une dépendance à certains types de financement, pouvant exposer l'unité à des risques, bien que limités, si ces sources venaient à diminuer ou à disparaître.

3/ Les pratiques de l'unité sont conformes aux règles et aux directives définies par ses tutelles en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement, de protocoles éthiques et de protection des données ainsi que du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a démontré une forte volonté de promouvoir la parité et l'équité. Entre 2018 et 2023, 13 % des permanents ont bénéficié de promotions internes, ce qui traduit une reconnaissance des compétences et un soutien à l'évolution de carrière. Les avancées incluent l'élimination des catégories les plus basses (Adjoint Technique, AT) et sept passages à l'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR), dont quatre femmes. La proportion de femmes occupant des responsabilités de direction a progressé de 25 % en 2018 à 57 % en 2023. L'accueil des nouveaux arrivants est soigneusement organisé, avec une visite des locaux, un livret d'accueil, et un suivi par un tuteur. Les besoins spécifiques, notamment liés aux situations de handicap, sont également intégrés dans les pratiques de l'unité.

Huit assistants de prévention, coordonnés par une technicienne de Recherche (TR), assurent la gestion des risques et la sécurité au travail. Leurs missions incluent l'évaluation des risques expérimentaux, le suivi des équipements (hottes, autoclaves, centrifugeuses), la gestion des déchets dangereux, et l'accueil des nouveaux arrivants. Des formations spécifiques, notamment en radioprotection et travail en hauteur, renforcent les compétences des agents. Une enveloppe budgétaire annuelle de 8 000 € est consacrée à ces actions.

Avant son déménagement, l'unité disposait d'un système informatique performant, incluant des sauvegardes automatiques quotidiennes et des serveurs alloués aux traitements massifs de données. Ces dispositifs garantissaient une gestion sécurisée et efficace.

L'unité a engagé plusieurs initiatives en faveur du développement durable. Avant le déménagement, des actions comme le tri des déchets, l'achat de vélos pour les trajets internes et l'utilisation de solutions pour les réunions à distance avaient été mises en place. Depuis le déménagement, des navettes en bus et des soutiens au covoiturage ont été proposés en collaboration avec AgroParisTech et Inrae. L'achat de vélos cargos contribue à réduire l'utilisation de voitures de service.

Le plan de continuité d'activité (PCA) a permis de maintenir des fonctions essentielles pendant la pandémie de Covid-19, notamment l'entretien des expérimentations à long terme. Le télétravail a été largement adopté et soutenu par l'acquisition d'équipements adaptés.

Points faibles et risques liés au contexte

La diminution des effectifs permanents, de 107,5 à 95,5 entre 2018 et 2023, a fragilisé les missions d'appui logistique, la gestion informatique et les expérimentations végétales. Cette baisse est en grande partie due à 21 départs à la retraite et vingt mobilités sortantes, soit 21 % des effectifs de 2018. Les difficultés de recrutement, exacerbées par les coûts élevés en région parisienne, compliquent l'attraction de profils qualifiés, pesant sur le bon fonctionnement de l'unité. Bien que des progrès aient été réalisés en matière de parité, de légers déséquilibres en faveur des hommes persistent dans les postes de direction et les professeurs alors que les femmes dominent dans les catégories PAR, CR et MC. Le renouvellement important des personnels représente également un défi pour assurer la continuité et la transmission des savoir-faire.

Le déménagement à Palaiseau a introduit des contraintes majeures dans la gestion informatique, d'autant plus que l'unité est passée de sept informaticiens et modélisateurs à zéro durant la période. La dépendance au réseau AgroParisTech a restreint certaines fonctionnalités essentielles, telles que les sauvegardes centralisées et le pilotage à distance des équipements analytiques. Cette fragilité accrue expose l'unité à des risques de perte de données.

L'éloignement accru des sites expérimentaux depuis Palaiseau a augmenté l'empreinte carbone liée aux déplacements, notamment pour accéder aux sites Icos et QualiAgro. Bien que des initiatives comme l'achat de vélos cargos et le soutien au covoiturage aient été mises en place, ces mesures ne compensent pas entièrement l'impact environnemental des trajets supplémentaires.

Le déménagement a complexifié la coordination entre les services de prévention d'AgroParisTech et d'Inrae limitant parfois la réactivité et compliquant la gestion des risques. La dépendance à des infrastructures partagées, notamment en radioprotection, ajoute une difficulté supplémentaire. Les assistants de prévention, bien que disposant d'une décharge de 10 % de leur temps, ont une charge de travail trop élevée face aux responsabilités croissantes liées aux nouveaux locaux et aux risques associés.

L'actualisation complète du Plan de Continuité d'Activité (PCA) a été retardée en raison des priorités liées à l'installation dans les nouveaux locaux. Cette situation souligne la nécessité de renforcer le PCA pour mieux anticiper et gérer de futures urgences, garantissant ainsi la résilience de l'unité face aux crises potentielles.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

L'unité bénéficie d'un rayonnement scientifique exceptionnel grâce à son implication dans des congrès prestigieux et à 70 conférences invitées sur des thématiques stratégiques comme la santé des sols. Elle se distingue par des responsabilités éditoriales dans des revues renommées et par sa présence dans des instances de pilotage majeures. Les distinctions reçues et les expertises collectives renforcent sa position d'acteur clé de la recherche agronomique au niveau international. Le déménagement sur le site de Paris Saclay fait cependant peser un risque sur l'attractivité future de l'unité.

- 1/ *L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.*
- 2/ *L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.*
- 3/ *L'unité est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.*
- 4/ *L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les quatre références ci-dessus

D2-1. L'unité bénéficie d'un rayonnement scientifique exceptionnel, soutenu par son rôle actif dans l'organisation de manifestations scientifiques majeures. Au cours de la période évaluée, elle a participé à l'organisation de quatre congrès internationaux (par exemple, le Congrès mondial de science du sol) et de six workshops, ainsi qu'à des sessions dans des colloques prestigieux comme l'Egu (European Geosciences Union) ou ceux organisés dans le cadre de l'EJP Soil. À cela s'ajoute la contribution à une dizaine d'événements nationaux annuels (Colloque Soere-Pro network (Long-term Observation and Experimentation System for Environmental Research on the Environmental Impacts of Recycling Organic Residual Products on Cultivated Ecosystems), Journées Recherche Innovation (JRI) Méthanisation, journées du réseau Ecotox). Ces actions, renforcées par des webinaires internationaux dans le cadre du Priority Research Programmes and Equipment (PEPR) FairCarboN et l'organisation de formations ouvertes à l'international (dont 3 en anglais), augmentent la visibilité de l'unité. L'unité a également marqué les débats scientifiques internationaux à travers 70 conférences invitées lors de congrès prestigieux, telles que l'Egu et des réunions centrées sur la santé des sols et le stockage du carbone. Deux membres de l'unité se distinguent particulièrement avec 49 et dix-sept conférences invitées,

ce qui reflète leur rôle central dans la valorisation des recherches de l'unité. Dans le domaine éditorial, dix membres d'Ecosys occupent 22 responsabilités, incluant treize postes d'éditeurs associés et neuf postes pour des numéros spéciaux dans des revues de renom comme Geoderma, Soil Biology & Biochemistry et Agriculture, Ecosystems & Environment. Cette forte implication garantit une influence notable sur les orientations scientifiques dans les domaines d'expertise de l'unité.

Par ailleurs, environ 50 % des chercheurs et enseignants-chercheurs de l'unité participent à des instances de pilotage ou d'expertise scientifique à divers niveaux. Cela inclut des responsabilités clés dans des programmes européens (EJP Soil), des infrastructures de recherche (Icos, Anaae-Soere-Pro), et des instances nationales comme des comités scientifiques de l'ANR ou de l'Ademe. L'unité est également active dans des réseaux stratégiques (par exemple, le réseau Ecotox et le Réseau National d'expertise scientifique et technique (RNest) sur les sols et dans l'expertise collective, avec des contributions majeures aux Expertises Scientifiques Collectives (ESCo) sur les impacts des produits phytopharmaceutiques et le potentiel de stockage de carbone en France.

Enfin, les distinctions reçues par ses membres, incluant un Laurier Inrae (pour une directrice de Recherche), des prix de l'Académie de l'Agriculture et des récompenses pour des articles scientifiques (Egu, European Journal of Soil Science), renforcent encore le prestige de l'unité.

D2-2. Les chercheurs débutants sont accueillis avec un livret d'accueil et un tuteur au sein de l'unité. Ils disposent d'un bureau, d'un ordinateur adapté à la mission et d'un appui à l'expérimentation. Des séminaires scientifiques hebdomadaires accessibles à distance sont organisés pour stimuler les échanges scientifiques. Les jeunes chercheurs sont également invités à présenter leurs travaux lors des AG de l'unité. Soixante-trois % des thèses ont une durée inférieure à 43 mois. L'unité compte 26 personnels titulaires de l'HDR et un taux d'encadrement de 2,8 thèses par HDR.

Le fort taux de renouvellement du personnel (25 %) témoigne de l'attractivité de l'unité en particulier pour les jeunes chercheurs. Les jeunes enseignants-chercheurs, chercheurs et personnels d'appui à la recherche bénéficient d'un accompagnement technique ou scientifique et d'un processus de suivi pendant la première année de recrutement. Sept chercheurs formés à l'unité ont été recrutés comme permanents, dont deux chercheurs à l'unité Ecosys, un CR dans l'UMR Sadapt (Science Action Développement — Activités, Produits, Territoire), deux CR à l'UMR Lisah (Laboratoire d'études des Interactions entre Sol — Agrosystème — Hydrosystème) Inrae Montpellier, un chercheur au BRGM (Bureau de Recherche Géologique Minière), un MC à l'Université de Bordeaux). Les chercheurs sont encouragés à passer l'HDR (sept pendant la période) et les personnels d'appui à la recherche sont accompagnés pour les promotions (douze promotions internes pendant la période). Les voies d'intégration dans l'unité se diversifient (chaire de professeur junior Inrae, chercheur en CDI de l'institut de convergence Cland).

L'unité a accueilli sur la période sept chercheurs et quatre professeurs originaires de cinq pays différents (séjours de plusieurs mois à un an, Japon, Brésil, États-Unis).

Les doctorants suivent des formations obligatoires sur l'intégrité scientifique et la science ouverte. La démarche qualité contribue à la traçabilité et à l'intégrité des recherches (cahiers de laboratoire, démarche de gestion des échantillons, classification et numérisation systématique des documents). 81,7 % des références publiées ont une notice dans HAL, parmi lesquelles 45,8 % sont directement en « open access » dans l'archive Hal. Deux scientifiques sont fondateurs et recommandants (qui gèrent l'évaluation des prépublications) du Peer Community In (PCI) Ecotoxicology and Environmental Chemistry.

D2-3. L'unité a géré financièrement au cours de la période 28 projets internationaux/européens (353 k€/an), soit onze de plus que lors de la précédente période, attestant de l'attractivité internationale de l'unité. L'unité porte six de ces projets européens (ex. EOM4Soil).

Les projets nationaux représentent la plus forte source de financement de l'unité (1020 k€/an). L'unité démontre son excellence scientifique avec l'obtention de 26 projets soutenus par l'ANR dont huit en portage et 28 projets Ademe dont onze en portage. Elle dispose également de nombreux financements en provenance des tutelles (dont 997 k€ de contrats Inrae). Enfin, les partenariats avec l'environnement socio-économique et les fonds régionaux représentent un budget total pour l'unité de 1844 k€.

Les ressources propres de l'unité contribuent aux financements des contrats doctoraux à hauteur de 41 % (75 contrats sur la période d'évaluation) ainsi qu'aux contrats de non-permanents et aux équipements. Le financement des doctorats résulte principalement de financements nationaux (69 %) et dans une moindre mesure de contrats Cifre ou avec des collectivités (12 %) et de projets internationaux ou autres (19 %).

D2-4 L'unité est particulièrement attractive en raison de la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques. Elle utilise des plateformes (Phaire, Icos, Soere-Pro), des équipements (spectromètre de masse à transfert de protons pour la détection et la quantification des composés organiques volatils en temps réel dans l'air) et des démonstrateurs de pointe (enceintes phytotroniques, sites patrimoniaux de Grignon depuis 1875 et Versailles depuis 1928, toits potagers sur le campus). Nombre d'entre eux sont labellisés ou certifiés, ce qui témoigne de leur haute qualité et de leur fiabilité. L'unité dispose également d'un personnel technique hautement qualifié qui gère ses plateformes, ses équipements et ses démonstrateurs. Par exemple, un technicien du pôle Ecotox participe au réseau M3 (Mesures, Métrologie, Méthodes) et contribue à l'élaboration de la formation nationale « Métrologie générale et rôle du référent métrologie ». Par ailleurs, l'unité implique le personnel technique dans la définition des cahiers des charges des nouveaux équipements et lui confie même parfois la conduite de ces projets. Cela montre que l'unité valorise réellement l'expertise technique de son

personnel. Un facteur clé de l'attractivité de l'unité est son intégration dans les infrastructures de recherche nationales et internationales.

Points faibles et risques liés au contexte pour les quatre références ci-dessus

D2-1. Bien que l'unité soit fortement impliquée dans les manifestations scientifiques, cette participation reste concentrée sur quelques thématiques dominantes, comme la santé des sols et le stockage du carbone. Dans les instances de pilotage et d'expertise, les contributions sont souvent concentrées sur un nombre restreint de membres, ce qui limite la montée en compétence d'autres chercheurs et la diffusion des responsabilités.

D2-2. La période a été perturbée par le Covid et par le déménagement. Ceci a pu induire des retards dans les thèses (21 % des thèses ont une durée supérieure à 48 mois). Par ailleurs, cinq thèses (sur un total de 73 thèses) ont été abandonnées. Le déménagement a donné lieu à des difficultés d'accompagnement en informatique dues au manque de personnel. Par ailleurs, les doctorants sont parfois équipés d'ordinateurs vieillissants. On note une diminution du nombre de permanents de 107,5 à 95,5, avec forte diminution des PAR (de 34 à 21 personnes sur la période, dont huit départs en retraite ou décès et huit départs pour mobilité à cause du déménagement). Le maintien de personnel permanent est limité par l'obtention de postes ouverts au recrutement et la difficulté de recruter (2 concours infructueux).

D2-3. Les projets européens de l'unité sont majoritairement gérés (aux deux tiers) et entièrement portés par le pôle Sol&Tox.

D2-4 La pénurie de personnel technique affecte divers domaines tels que le travail en laboratoire, les expériences sur le terrain et l'analyse des données. Cette pénurie résulte des départs de personnel dus à la délocalisation et aux retraites, ainsi que des difficultés à recruter du nouveau personnel en raison de l'attractivité relativement faible des carrières de recherche dans la région Île-de-France. Le manque de personnel technique surcharge le personnel existant et crée des inquiétudes quant au maintien de l'expertise dans des domaines cruciaux, notamment la physique des sols. Les difficultés à acquérir des terrains expérimentaux à proximité du campus Agro Paris Saclay-Palaiseau et l'éloignement des sites précédemment utilisés risquent d'affecter l'attractivité de l'unité pour des recherches liées au terrain.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

L'unité affiche une productivité scientifique de qualité exceptionnelle, avec 639 articles publiés, dont 593 dans la base WoS Core Collection, soit une hausse de 13 % par rapport à 2013-2017. Les publications, majoritairement pluridisciplinaires, couvrent 42 champs thématiques, avec 69 % dans des revues de référence et 3,2 % « Highly Cited ». Le taux de publication a progressé, atteignant 2,7 ACL/ETP/an, tandis que les doctorants publient en moyenne 3 ACL/thèse. Malgré les contraintes liées au déménagement, l'unité maintient une production de qualité, soutenue par des collaborations solides.

- 1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.*
- 2/ La production scientifique de l'unité est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.*
- 3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

D3-1. L'unité a démontré une productivité scientifique exceptionnelle au cours de la période 2018-2023, totalisant 668 articles dans des revues à comité de lecture de grande audience, soit une moyenne de 106,5 articles par an. Parmi ces publications, 593 sont référencées dans la base Web of Science Core Collection, dont douze ont été publiées dans des revues de large audience, notamment Nature (x3), Nature Communications (x6), Nature Reviews Earth and Environment (x1), Nature Reviews Microbiology (x1) et Nature Global Change (x1). L'unité a été à l'initiative de quatre de ces manuscrits, témoignant de son rôle moteur dans

des travaux de recherche d'excellence. Ces résultats confirment la pertinence et la qualité de la production scientifique. Parmi les travaux marquants de l'unité, une étude a révélé l'impact significatif des extrêmes de température de 2022 sur les forêts européennes, réduisant leur capacité à absorber le carbone (Nature Communications, 2023). Ces résultats soulignent la vulnérabilité des écosystèmes forestiers face au réchauffement climatique, avec des implications cruciales pour les stratégies d'atténuation. Une autre recherche s'est intéressée au rôle clé de la matière organique particulière dans les sols (Nature Communications, 2021). Elle a démontré que cette matière joue un rôle fonctionnel essentiel dans la stabilisation et la persistance du carbone organique, offrant ainsi de nouvelles perspectives pour renforcer le stockage de carbone et contribuer à des solutions durables face au changement climatique. Par rapport à la période précédente (2013-2017), l'unité a enregistré une augmentation de 13 % des publications annuelles, malgré le déménagement. Les publications sont fortement pluridisciplinaires, parues dans 187 revues différentes. Les quatre revues principales (Science of the Total Environment (x39), Environmental Science and Pollution Research (x33), Geoderma (x26), European Journal of Soil Science (x18)) regroupent environ 20 % du total des publications de l'unité, témoignant de la diversité des domaines d'expertise couverts, notamment en sciences environnementales, écologie, et sciences agricoles. Les articles sont classés dans 42 champs thématiques, avec une concentration particulière en « Environmental Sciences/Ecology » (50 %) et « Agricultural Sciences » (32 %).

D3-2. Les articles publiés sont de qualité exceptionnelle : 69 % des articles WoS sont publiés dans des revues de grande notoriété. Le taux de citation de ces articles est supérieur à la moyenne et 3,2 % sont « Highly cited » dans la base WoS, ce qui témoigne de leur qualité. L'ensemble des chercheurs est publiant et quelques chercheurs sont très publiants dans le pôle Sol (4,6 ACL/ETP/an). L'unité a une politique d'implication de tous les chercheurs contributeurs et des PAR (72 % sont co-auteurs de publication) dans les publications afin de favoriser leur évolution de carrière. Les doctorants publient en moyenne trois articles par thèse, dont deux en premier auteur, et 10 % d'entre eux ont entre quatre et six publications en premier auteur, ce qui est exceptionnel.

D3-3. L'unité a mis en œuvre plusieurs mesures pour garantir la rigueur et la traçabilité de sa production scientifique. Ces mesures comprennent une formation obligatoire à l'éthique pour tous les doctorants, un enregistrement complet dans les cahiers de laboratoire et l'utilisation cohérente de méthodes normalisées. En particulier, la plateforme Biochem-Env, spécialisée dans l'analyse des sols, participe activement à la normalisation des indicateurs de qualité des sols par le biais de mesures de l'activité enzymatique et a contribué à l'élaboration de diverses spécifications et normes techniques. L'unité privilégie également la publication en libre accès des résultats de ses recherches. L'unité encourage vivement les chercheurs à déposer leurs travaux dans l'archive ouverte HAL ; une grande partie des publications étant déjà disponibles en libre accès. De plus, l'unité promeut le partage des données par le biais de plateformes telles que Dataverse, où les chercheurs sont encouragés à déposer des ensembles de données. Ces efforts reflètent l'alignement de l'unité sur la stratégie de l'Inrae en matière de science ouverte et les fortes incitations d'AgroParisTech à la publication en libre accès.

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

D3.1. Aucun point faible pour ce critère.

D3-2. On note un déséquilibre de la production scientifique entre les équipes : l'équipe Sol est très publiante (3,8 articles/ETP/an) alors que l'équipe Eco&Phy est en dessous de la moyenne (1,7 articles/ETP/an). Cette équipe dispose d'un nombre de personnels d'appui à la recherche par chercheur plus faible que les autres (un PAR pour deux scientifiques).

Malgré un très bon taux moyen de publication des doctorants, 20 % des doctorants n'ont qu'un article publié à la soutenance et 40 % des thèses ne produisent qu'un ou deux articles. L'unité publie peu de jeux de données en libre accès.

D3-3 Les procédures et politiques spécifiques de gestion des données de recherche et de garantie de leur accessibilité à long terme ne sont pas définies.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

Le comité juge excellente l'inscription des activités de recherche de l'unité Ecosys dans la société. Celle-ci se distingue par des partenariats solides avec des acteurs non-académiques, tels que Veolia, GRDF et Vinci, qui ont conduit au développement d'outils pratiques comme l'indicateur Ismo (Indicateur de Stabilité de la Matière Organique, norme Afnor) et le service commercial EnVisaGES. Cependant, les thématiques abordées restent peu diversifiées et insuffisamment valorisées au niveau territorial.

- 1/ L'unité se distingue par la qualité et la quantité de ses interactions avec le monde non-académique.
- 2/ L'unité développe des produits à destination du monde culturel, économique et social.
- 3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

D4-1 : L'unité a établi des partenariats durables avec des acteurs majeurs comme Veolia, GRDF et SIAAP, aboutissant à des avancées importantes sur la valorisation des déchets organiques, illustrées par des publications de référence (Environmental Pollution 2022, Environmental Science & Technology 2022) et des projets comme AgroCapi et MedUrinAgri. Son engagement dans des initiatives locales, telles que le Living Lab Vivagrilib, a permis de co-construire des solutions pour le recyclage de l'azote et la fertilisation alternative, en lien avec des dynamiques territoriales et des politiques publiques (loi anti gaspillage pour une économie circulaire, Agec). L'unité a obtenu quatre contrats Cifre, par exemple avec GRDF et Runéo, et a développé des outils comme l'Indicateur de Stabilité de la Matière Organique (Ismo, normalisé Afnor) pour soutenir les agriculteurs et décideurs dans le stockage de carbone des sols. Enfin, sa participation à des projets collaboratifs comme Proleg et Semoirs renforce son impact societal en intégrant savoirs scientifiques et locaux.

D4-2 : L'unité a un impact significatif sur le monde culturel, économique et social grâce à ses innovations dans la valorisation des produits résiduels organiques (Pro). Ses partenariats, comme ceux avec Etia (Évaluation Technologique Ingénierie et Application) et l'Association des agriculteurs composteurs pour le projet FUI Biochars, ou encore le projet AgroCapi avec Sede Environnement et Veolia, illustrent son rôle clé dans la transition écologique. L'unité a également contribué à la création d'EnvisaGES (Environnement — VolatillSAtion — GES), un service commercial qui commercialise des expertises sur l'empreinte carbone des pratiques agricoles, soutenu par Inrae-Transfert. L'unité a également participé à l'élaboration de normes et référentiels, dont l'indicateur Ismo intégré dans les outils d'évaluation des pratiques agricoles, contribuant ainsi à la standardisation des méthodes d'analyse de la qualité des sols. Cette activité normative contribue à renforcer l'impact de ses travaux sur les pratiques industrielles et agricoles durables. L'unité joue aussi un rôle de premier plan dans l'élaboration de normes internationales, ayant participé à la rédaction de plus de 50 normes liées à la biosurveillance des milieux et à la qualité des sols, sous l'égide d'Iso (International Organization for Standardization) et d'Afnor. Cette influence sur la normalisation et son expertise reconnue dans le domaine renforcent sa contribution à la compétitivité des entreprises et à la préservation de l'environnement.

D4-3 : Dans la continuité de la précédente période d'évaluation, l'unité se montre très active pour partager son expertise scientifique avec le grand public. L'unité est sollicitée par des associations et communes en particulier sur des sujets d'intérêt croissant pour la société en lien avec la protection et la vie des sols face à l'anthropisation des paysages. Ainsi, une soixantaine de communications sont répertoriées, notamment dans le cadre d'interventions publiques et de conférence-débat, du salon de l'agriculture et des fêtes de la science.

L'unité a répondu également à de multiples sollicitations pour des communications dans divers types de médias pour des publics variés. Elle recense 142 communications, dont huit incluant la participation de doctorants. Ces médias incluent des émissions/podcasts radio diffusées en France et en Europe (France Culture, France Inter, RFI, Deutschlandfunk), la presse locale et nationale pour adultes et enfants (le Monde, le Figaro, le Dauphiné, Ouest France, ça m'intéresse, Sciences et avenir, Sciences et Vie Junior), des émissions télé (France 2, France 5, France TV, Arte), des conférences Ted (Technology, Entertainment and Design), chaînes YouTube et pages web. L'unité participe enfin à la sensibilisation à la science des écoliers (collège et lycée) par l'accueil régulier de stagiaires.

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

D4-1 : Les partenariats et projets de l'unité se concentrent principalement sur des thématiques liées à la valorisation des déchets organiques et au stockage de carbone. Bien que l'unité participe à des formations pour les acteurs non-académiques, l'unité organise peu de formations spécifiques ou structurées par elle-même, ce qui pourrait limiter son rôle dans la montée en compétence des professionnels.

D4-2 : Pas de point faible identifié pour ce critère

D4-3 : L'unité mentionne que les valorisations de ses résultats auprès du grand public (qui sont déjà très bonnes) pourraient encore augmenter, ce qui constitue toutefois un risque de surcharge au détriment de portage de projets.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

L'unité a développé une réflexion approfondie et très détaillée, tant sur la trajectoire de recherches en fonction des enjeux d'aujourd'hui et de demain qu'au niveau des aspects plus opérationnels (gestion des infrastructures, fonctionnement des laboratoires, ressources humaines et financières). Cette trajectoire est dans l'ensemble excellente, mais peut-être un peu trop ambitieuse au vu des prévisions en matière de départs et de possibilités de recrutement de personnel, toutes catégories confondues.

Les recherches de l'unité sont prévues dans la continuité de celles des précédentes périodes et restent centrées sur la compréhension du fonctionnement des agro-écosystèmes, de leur réponse aux changements globaux et aux interactions avec les environnements urbains et périurbains, grâce à des approches d'expérimentation, d'observation et de modélisation à base biophysique à différentes échelles temporelles et spatiales. L'unité vise à se positionner sur ces questions pertinentes à la fois à l'échelle régionale, nationale et internationale pour accompagner les transitions des systèmes agri-alimentaires sur des enjeux tels que la réduction de l'empreinte climat, la protection des sols, la préservation de la biodiversité et la relocalisation de la production alimentaire au sein des territoires franciliens, caractérisés par de très fortes interactions entre ville et campagne. Le projet collectif de l'unité est parfaitement en phase avec la stratégie de ses deux tutelles, AgroParisTech et Inrae, mais une question se pose quant au maintien du département Inrae-SPE dans l'unité. La structure de l'unité passe de trois à deux pôles scientifiques (Sol&Tox et Eco&Phy), les interactions entre ces deux pôles reposant sur les quatre thèmes structurants de l'unité (TS Climat, TS Biomasses, TS Diversité et TS Contaminants). Ces derniers évolueront en termes de contours et de fronts de science afin d'adapter les priorités de recherche en fonction de l'émergence de nouvelles questions de recherche. Pour cela, l'unité envisage de consolider, voire de renforcer ses partenariats et ses échanges tant avec le milieu académique et scientifique qu'avec les milieux non académiques et le secteur privé. La liste des collaborations existantes et envisagées au niveau local, régional, national et international est impressionnante et met en évidence la volonté de l'unité de s'impliquer davantage dans des approches multi- et trans-disciplinaires.

Sur le plan organisationnel, le déménagement à Palaiseau a permis un regroupement des activités de recherche, mais a aussi engendré de nombreuses difficultés structurelles non encore résolues et qui nécessiteront la mise en place de processus d'adaptation ainsi qu'une évolution de l'organisation et de la gouvernance de l'unité. La direction a bien pris la mesure des aspects de logistique, de gestion des ressources humaines et de gestion financière à améliorer, qui constituent un véritable challenge pour la prochaine période et nécessiteront d'excellentes interactions avec les tutelles. L'érosion du personnel, surtout des personnels d'appui à la recherche dans les années à venir, représente un risque élevé de pertes de compétences dans de nombreuses disciplines et *in fine* de réduction des ambitions de recherche, alors que la trajectoire de recherche et de collaboration de l'unité est très ambitieuse. Au niveau financier, la direction réfléchit dès à présent à une révision du système de financement de ce qui relève du fonctionnement collectif (fluides, chauffage, électricité) et à l'attribution d'un budget spécifique à chaque pôle au prorata de leurs effectifs respectifs, ce qui mérite une réflexion approfondie afin de ne pas réduire les interactions entre pôles.

L'unité envisage de conserver une identité et une reconnaissance forte à l'échelle nationale et même européenne au travers du maintien de ses grandes infrastructures de recherche (dont Icos, Anaee et Phaire avec ses phytotrons et mésocosmes, Phocus — PPhenotypage en mésocosmes de l'Université Paris-Saclay, toits potagers, plateforme Biochem-Env, etc.). L'accès à des terrains expérimentaux à proximité du site de Palaiseau, par exemple par la mise en place d'un site expérimental, constitue également une priorité adressée aux tutelles et est en progression sans avoir toutefois abouti jusqu'à présent. Au-delà de la question des coûts très élevés de fonctionnement des laboratoires, à charge des contrats de recherche, de nombreuses difficultés post-installation de ces derniers ont affecté le bon fonctionnement de la recherche durant le précédent contrat. Dans la trajectoire de l'unité, ces problèmes sont bien identifiés et longuement détaillés, mais aucune solution structurelle et globale ne semble envisagée (ou possible), les solutions étant plutôt cherchées au cas par cas.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité

L'unité démontre une excellence scientifique par son approche intégrée et interdisciplinaire, en phase avec les enjeux globaux de l'agroécologie et de la transition climatique. Il est recommandé de renforcer encore la visibilité internationale de ses travaux, notamment dans les domaines émergents comme les PFAS et les microplastiques.

Un effort accru pour garantir le renouvellement des postes clés et renforcer les expertises techniques est nécessaire pour soutenir les nouvelles thématiques.

Le départ à la retraite de membres clés nécessite une planification proactive pour assurer la continuité des compétences et du leadership. La fusion des pôles SOL et ECOTOX doit être consolidée pour maximiser les synergies et l'impact.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Les membres de l'unité sont encouragés à intensifier leur participation aux instances de pilotage et d'expertise, ce qui contribuerait à renforcer les compétences internes, à promouvoir une répartition plus équilibrée des responsabilités et à consolider la réputation collective de l'unité.

Pour attirer et fidéliser les talents, il serait bénéfique d'intensifier l'accompagnement des jeunes chercheurs, notamment dans les phases critiques de leur parcours. Le renforcement du suivi personnalisé des doctorants et des chercheurs débutants, combiné à des initiatives structurantes comme l'appui aux promotions internes ou l'encouragement à la qualification HDR, jouerait un rôle clé dans leur intégration et leur progression.

L'ouverture internationale de l'unité constitue également un atout majeur à développer. Accroître la durée et la fréquence des séjours de chercheurs étrangers au sein de l'unité renforcerait les collaborations scientifiques tout en consolidant sa réputation mondiale. Pour soutenir ces efforts, un accueil personnalisé et des ressources adaptées permettraient de créer un environnement propice à l'échange et à l'innovation.

Face à la pénurie de personnel technique, il est crucial d'accorder la priorité à des recrutements tout en valorisant les carrières scientifiques dans la région Île-de-France. Donner au personnel technique davantage de responsabilités dans les projets structurants pourrait également renforcer leur implication et contribuer à la pérennité des compétences dans des domaines clés.

Le pôle Eco&Phy est encouragé à jouer un rôle plus actif dans le portage de projets européens, ce qui permettrait d'équilibrer les contributions entre pôles, tout en augmentant la visibilité et les financements externes.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

Une attention particulière pourrait être portée à l'équilibre entre les équipes en matière de production scientifique. Cela pourrait passer par un accompagnement renforcé des équipes ayant une productivité plus faible, par l'intermédiaire de formations ciblées, des occasions de collaboration, et un soutien accru pour les publications et la préparation des projets. En parallèle, maintenir et encourager la dynamique actuelle des équipes très productives permettra de maximiser leur impact.

L'unité doit amplifier son engagement dans la science ouverte, en renforçant les politiques de gestion des données de recherche. La mise en place de plans de gestion des données systématiques pour tous les projets conformes aux principes Fair (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), permettrait d'améliorer la réutilisation et la transparence des données. Une sensibilisation accrue à ces enjeux, élargie à l'ensemble des chercheurs et personnels, serait également bénéfique.

Pour les doctorants, bien que la productivité scientifique soit globalement satisfaisante, une attention particulière pourrait être portée à ceux qui publient moins d'articles durant leur thèse. L'intégration d'ateliers spécifiques sur l'écriture scientifique et la stratégie de publication pourrait aider à uniformiser les performances tout en maintenant un haut niveau d'exigence.

Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société

Bien que les sujets de valorisation des déchets organiques et de stockage de carbone soient stratégiques, une diversification des problématiques abordées pourrait élargir l'attractivité et l'impact de l'unité dans d'autres secteurs non-académiques. Bien que l'unité soit très active dans les territoires, les résultats et retombées des collaborations locales (Vivagrilab, Plaine de Versailles) pourraient être mieux valorisés pour illustrer l'impact concret de ces initiatives auprès des partenaires et des décideurs.

La valorisation des résultats auprès du grand public est très positive, mais il faut veiller à ce que cela ne soit pas au détriment d'autres activités de valorisations ou de portage de projets scientifiques.

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE OU PAR THÈME

Équipe 1 : Sol

Noms des responsables : Bilan : Mme Patricia Garnier et M. Girardin

Trajectoire : Mme Marjolaine Deschamps et Mme Juliette Faburé

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le pôle Sol s'organise autour de quatre problématiques : 1) Optimisation du recyclage des déchets organiques, évaluant les impacts agronomiques et environnementaux des produits résiduels organiques et incluant l'étude des contaminants historiques et émergents ainsi que des analyses territoriales sur les apports en nutriments ; 2) Devenir et impacts des contaminants organiques dans les sols agricoles, explorant la modélisation des processus liés aux contaminants ; 3) Dynamique de la matière organique et stockage de carbone, étudiant les pratiques agricoles favorisant le stockage de carbone et sa persistance, l'effet Birch et les impacts des régimes hydriques sur la minéralisation ; 4) Évaluation des services écosystémiques des sols, développant des méthodologies pour évaluer les services rendus par les sols selon les pratiques agricoles et les types de sols.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le pôle Sol a répondu efficacement aux recommandations formulées lors de la précédente évaluation, en consolidant ses forces tout en remédiant à certaines faiblesses identifiées. Pour renforcer les collaborations entre les pôles Sol et Ecotox, une fusion a été réalisée en 2022, permettant une meilleure intégration des thématiques sur les contaminants organiques et les sols, comme en témoignent les travaux sur les PFAS (Environmental science & technology). La visibilité internationale a été augmentée suite à des collaborations européennes majeures, notamment grâce au EJP Soil (sept projets coordonnés), ainsi que des partenariats avec des institutions comme l'Université de Leuven (recherche sur le phosphore dans les Pro) et l'Université de Montréal (PFAS). Les infrastructures analytiques ont été modernisées avec l'acquisition d'un LC-MS en 2023, offrant des capacités avancées pour analyser pesticides et résidus. Les plateformes radiochimie et de spectrométrie isotopique stable ont également bénéficié de jouvence d'équipements.

Le transfert technologique a été dynamisé par des outils comme TyPol (logiciel de typologie des micropolluants) et l'indicateur Ismo (normalisé par l'Afnor). Les interactions avec le monde non-académique se sont intensifiées, notamment à travers le partenariat de longue date avec Veolia (QualiAgro) et de nouveaux projets comme AgroCapi et MedUrinAgri, axés sur la valorisation des urines humaines avec des acteurs tels que GRDF, Sede et SIAAP. À l'échelle locale, des initiatives comme Vivagrilab ont permis de renforcer les échanges avec les associations territoriales (Terre & Cité) et les collectivités.

Sur le plan des ressources humaines, deux jeunes chercheurs ont été recrutés en 2019 et 2022, mais des défis subsistent face à une pyramide des âges déséquilibrée et des difficultés de recrutement dans la région parisienne. Par ailleurs, des efforts ont été faits pour intégrer des pratiques participatives, notamment dans des projets tels que Semoirs sur les micro-fermes urbaines et Proleg sur le recyclage des fertilisants organiques. Bien que le pôle ait maintenu un excellent taux de publication avec des articles très cités (Soil and Tillage Research; geoderma, 2018), il vise à augmenter la proportion de travaux à fort impact.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	7
Chargés de recherche et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche	19
Sous-total personnels permanents en activité	35
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	2
Post-doctorants	0
Doctorants	9
Sous-total personnels non permanents en activité	12
Total personnels	47

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le pôle Sol affiche une excellente productivité scientifique et une organisation thématique cohérente, centrée sur des enjeux majeurs tels que le recyclage des déchets organiques, le stockage du carbone et l'évaluation des services écosystémiques. Fort de 300 publications pour 13 ETP EC-C, le pôle combine rigueur scientifique et valorisation des résultats, avec des outils innovants comme TyPol et Ismo, et des partenariats stratégiques avec des acteurs académiques et non académiques. La fusion avec Ecotox en 2022 a renforcé les synergies, notamment sur les contaminants organiques, et la modernisation des infrastructures, incluant le LC-MS. Toutefois, des défis subsistent, notamment une concentration thématique, une valorisation insuffisante des outils auprès des utilisateurs finaux et des contraintes liées à la gestion des équipements et des ressources humaines. En dépit de ces limites, le pôle se distingue par sa capacité à intégrer des approches innovantes et interdisciplinaires, consolidant sa position nationale et internationale dans les sciences du sol.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le pôle Sol affiche une excellente productivité scientifique avec 300 articles dans des revues à comité de lecture pour treize ETP EC-C soit une moyenne de 3,8 articles publiés par enseignants-chercheurs — chercheurs par an. Ses travaux s'organisent autour de thématiques cohérentes, comme la dynamique de la matière organique et le stockage du carbone (43 % des publications), le recyclage des produits résiduels organiques (23 %), les contaminants organiques et leurs effets (22 %) et l'évaluation des services écosystémiques (12 %). Ces contributions incluent des études sur les pratiques agricoles favorisant le stockage additionnel de carbone dans des revues comme *Soil Biology & Biochemistry*, des recherches sur les digestats et biochars dans *Environmental Science and Pollution Research*, et des avancées sur les pesticides et PFAS publiées dans *Stoten*. Le pôle valorise particulièrement la participation des doctorants, post-doctorants et personnels techniques, qui figurent en tant que co-auteurs dans de nombreuses publications. Les collaborations internationales, notamment avec Katholieke Universiteit Leuven (phosphore) et l'Université de Montréal (PFAS), ainsi que les partenariats avec des acteurs non-académiques comme Veolia, enrichissent la diversité et l'impact des recherches. Enfin, l'intégration des essais patrimoniaux de Versailles et Grignon dans des réseaux européens tels que BonaRes (Soil as a sustainable resource for the bioeconomy) témoigne de la portée stratégique et collective des travaux, renforçant la visibilité et l'applicabilité des résultats scientifiques de l'équipe.

Le pôle Sol aborde des thématiques d'importance majeure telles que le recyclage des déchets organiques, le stockage de carbone dans les sols et l'évaluation des services écosystémiques. Ces travaux, soutenus par des outils comme l'Indicateur de Stabilité de la Matière Organique (smo) et le logiciel TyPol (Typologie des micropolluants), produisent des avancées notables, avec des publications marquantes (*Agronomy*, *Stoten*).

L'acquisition en 2023 d'un LC-MS (Liquid Chromatography – Mass Spectrometry) de dernière génération (392 k€) améliore significativement les capacités d'analyse, avec une sensibilité 100 fois supérieure à l'équipement précédent. Ce nouvel outil soutient déjà une douzaine de projets, principalement sur les pesticides et les médicaments. L'équipe coordonne ou participe à des projets compétitifs, comme le projet soutenu par l'ANR StoreSoilC et MicroLarge, et des initiatives européennes comme EJP Soil, qui ciblent des enjeux globaux tels que le stockage de carbone ou les impacts du changement climatique sur les sols (Soil Biology and Biochemistry; Soil and Tillage Research).

Les approches expérimentales (RockEval®, PartySoc) et les méthodes de télédétection permettent une évaluation fine des dynamiques du carbone et des services écosystémiques des sols. Par exemple, des travaux sur les sols urbains apportent des solutions concrètes pour le pilotage des micro-fermes urbaines.

Points faibles et risques liés au contexte

Bien que le pôle excelle dans les dynamiques du sol et du carbone, ses collaborations interdisciplinaires restent limitées, notamment avec des disciplines comme l'écologie. Par ailleurs, la valorisation des résultats auprès des parties prenantes est encore insuffisante, car des outils performants comme TyPol et l'Ismo ne sont pas pleinement adoptés par les utilisateurs finaux. De plus, la gestion de nouveaux équipements analytiques, comme le LC-MS acquis en 2023, impose une charge de travail élevée. Enfin, les travaux sur la cartographie des services écosystémiques révèlent des limites dans les paysages complexes et hétérogènes, restreignant leur applicabilité à fine échelle.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le pôle Sol a fusionné avec le pôle Ecotox en octobre 2022 pour devenir le pôle Sol&Tox. Celui-ci amorce une trajectoire ambitieuse pour le prochain mandat. Ce regroupement répond à une vision stratégique visant à renforcer les synergies entre deux entités aux thématiques complémentaires, en associant l'étude des sols et de leurs propriétés aux dynamiques éco-toxicologiques des contaminants. Cette transformation s'accompagne d'une redéfinition des priorités scientifiques et d'une réorganisation des moyens humains et matériels.

Le projet scientifique du nouveau pôle s'articule autour de cinq lignes de recherche, conçues pour intégrer les approches analytiques, expérimentales et de modélisation des anciens pôles. La première ligne s'intéresse aux dynamiques spatio-temporelles des propriétés des sols, des échelles locales à globales, en intégrant les impacts des changements climatiques et des pratiques de gestion. La seconde ligne explore les mécanismes de stabilisation de la matière organique et du carbone, avec l'objectif de développer des pratiques agricoles résilientes et adaptées à l'atténuation du changement climatique. La troisième ligne se concentre sur le devenir des contaminants dans les sols, incluant pesticides, microplastiques et PFAS, ainsi que leurs impacts sur les fonctions écologiques et les organismes non cibles. La quatrième ligne porte sur la biodiversité des sols et les fonctions qu'elle soutient, en mettant l'accent sur les interactions entre espèces et les leviers de réhabilitation des sols dégradés. Enfin, la cinquième ligne s'intéresse au recyclage des matières résiduelles organiques et à la création de technosols, en évaluant leur potentiel pour améliorer la durabilité des pratiques agricoles et urbaines.

Cette fusion permet de mutualiser les compétences et les outils, renforçant ainsi les capacités analytiques et expérimentales du pôle, notamment dans des domaines tels que la télédétection, l'imagerie 3D ou encore la biogéochimie. En outre, le pôle consolide ses partenariats existants avec des acteurs académiques et privés, tout en développant de nouvelles collaborations stratégiques à l'échelle nationale et internationale, notamment dans les domaines de l'écotoxicologie, de la modélisation des systèmes complexes et de l'analyse des contaminants émergents.

Malgré ses atouts, le pôle Sol&Tox devra relever plusieurs défis, notamment le manque de personnel technique dans des domaines clés tels que la physico-chimie des sols et l'écotoxicologie. Par ailleurs, l'installation sur le campus de Saclay n'est pas totalement finalisée et des départs en retraite prévus pourraient entraîner des pertes de compétences. Ces défis nécessiteront des efforts soutenus pour garantir une continuité des activités et renforcer l'autonomie scientifique et technique du pôle.

En dépit de ces contraintes, le pôle Sol&Tox se positionne comme un porteur national et international dans les sciences du sol, grâce à son approche systémique et interdisciplinaire. Ses travaux contribueront significativement à la compréhension des dynamiques des sols et des contaminants, tout en fournissant des solutions pratiques et innovantes pour la gestion durable des sols et des écosystèmes. Cette nouvelle identité scientifique lui permettra de relever les enjeux environnementaux majeurs et de répondre aux attentes des acteurs socio-économiques et politiques.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le pôle Sol ayant fusionné avec le pôle Ecotox, les recommandations du nouveau pôle Sol&Tox sont présentées dans les recommandations du pôle Ecotox.

Équipe 2 :

Ecotox

Noms des responsables : Bilan : Mme Juliette Faburé et Mme Isabelle Lamy

Trajectoire : Mme Marjolaine Deschamps et Mme Juliette Faburé

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le pôle Ecotox développe ses recherches autour de la thématique de l'exposition et des impacts des contaminants sur les organismes du sol. Ce pôle s'intéresse plus spécialement à deux lignes de recherches, à savoir le rôle du sol en tant que régulateur de l'exposition aux contaminants dans les agrosystèmes et la problématique des contaminants sur les organismes du sol et leurs fonctions (agro-écotoxicologie), en relation avec deux thèmes structurants (TS Contaminants et TS Diversité). Les approches développées par le pôle ont mis l'accent sur les conséquences à long terme de la contamination des sols en introduisant les notions de tolérance, d'adaptation et de résilience des organismes et en prenant en compte les externalités que sont les plantes, le climat et les caractéristiques du paysage.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le pôle Ecotox a réussi à maintenir et développer sa reconnaissance scientifique dans son domaine, notamment en écotoxicologie terrestre et en contamination des sols. La multiplication des sollicitations pour des missions d'expertise et de conseil scientifique témoigne de ce succès, ce qui est un signe positif quant à l'application de la stratégie scientifique recommandée. La transition vers Saclay, avec la fusion des équipes Sol et Ecotox, a renforcé les synergies internes et les collaborations avec d'autres unités du campus, en particulier dans les travaux sur la végétation urbaine.

L'une des recommandations majeures du précédent rapport du Hcéres était de renforcer l'encadrement des doctorants. Malheureusement, ce point n'a pas été pleinement atteint, principalement en raison des nombreux départs au sein de l'équipe.

La recommandation concernant l'équilibre entre les missions d'expertise et la recherche n'a pas été entièrement suivie. Les membres de l'équipe sont très sollicités pour des activités extérieures, ce qui peut affecter leur engagement dans les projets de recherche.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	4
Personnels d'appui à la recherche	10
Sous-total personnels permanents en activité	19
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	4
Post-doctorants	0
Doctorants	3
Sous-total personnels non permanents en activité	7
Total personnels	26

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le pôle Ecotox présente une excellente activité de recherche, exploitant efficacement ses compétences interdisciplinaires, en particulier dans les domaines de la santé des sols et des contaminants. L'environnement de Paris-Saclay offre des possibilités stratégiques qui pourraient renforcer davantage ses collaborations et son impact. Cependant, des défis demeurent, notamment, la nécessité de renouveler les compétences en raison des départs à la retraite et de renforcer la formation continue pour assurer la pérennité et la performance des recherches à long terme.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le pôle Ecotox est une équipe reconnue au niveau national et international pour son expertise en écotoxicologie terrestre. Elle dispose d'élevage contrôlé de vers de terre, d'enchytréides et de carabes, permettant de mener des expositions en conditions contrôlées. Elle dispose également de nombreux équipements analytiques (plateaux techniques d'analyses chimiques, biologiques et moléculaires, dispositif de 42 parcelles de terrain, accès à des sites ateliers de sols contaminés in situ, partagés au niveau européen, etc.). Les multiples collaborations régionales et nationales permettent à Ecotox d'accéder à d'autres ressources comme le site atelier de Chizé ou la plateforme Génosol. Pour mener à bien ses recherches, Ecotox a bénéficié de moyens financiers importants dans le cadre des 36 projets de recherche (huit portés), dont quatre projets européens et huit projets soutenus par l'ANR, pour un budget global de 2,07 M€. Le rayonnement scientifique d'Ecotox est excellent, avec l'organisation de huit colloques et séminaires nationaux et internationaux (e.g. International Symposium of Enchytraeidae en 2018), 29 invitations à des congrès nationaux et internationaux, la participation des membres aux comités d'experts scientifiques pour des organismes tels que l'Anses ou l'ANR, ainsi qu'à des sociétés savantes (Académie d'Agriculture de France). Les membres de ce pôle ont également des responsabilités éditoriales (e.g. éditeurs associés) dans des journaux internationaux (Soil Organisms, Environmental Chemistry Letters, Frontiers in Environmental Chemistry). Le pôle a accueilli 26 stagiaires, six doctorants (dont 5 thèses soutenues avant 2023), trois post-docs et quinze IE contractuels. Deux membres ont reçu la médaille d'or et la médaille vermeil de l'Académie d'Agriculture.

En termes de production scientifique, on peut citer comme faits marquants les avancées importantes dans la quantification des exposomes pour intégrer la somme des expositions environnementales au cours de la vie d'un organisme (Agriculture, Ecosystems & ENvironment, 2021), une meilleure connaissance des effets de mélange des contaminants pour augmenter la capacité à prédire l'écotoxicité dans des conditions proches de la réalité où les sols sont multi-contaminés (Environmental Science and Pollution Research, 2022), ainsi qu'une meilleure considération des capacités des écosystèmes à être résilients et à maintenir leurs fonctions en étudiant les processus d'atténuation, d'adaptation ou de redondance. Les recherches menées ont concerné l'ensemble des échelles d'organisation biologique, depuis la cellule jusqu'aux communautés, et différentes échelles spatiales, du laboratoire au paysage, en passant par la parcelle. Les recherches du pôle ont permis la publication de 114 ACL (soit 2,7 ACL/ETP/an) et 187 présentations (orales et posters) dont plus d'un tiers en congrès internationaux. Le taux moyen de citations par article (17,8) est excellent et un article dans PNAS (2019) est hautement cité dans le WoS (top 1 %, 276 citations cumulées en mars 2024). Les doctorants publient en moyenne quatre ACL durant leur thèse, ce qui est également excellent. Cent pour cent des articles sont signalés dans Hal, dont près de 87 % en Open Access sur Hal.

Le pôle Ecotox développe de nombreuses activités en partenariat avec le monde non-académique (ex : projet Life-Adsorb avec la Ville de Paris ; actions environnement/santé en milieu urbain avec la ville de Paris grâce à la Fire (Fédération d'Ile-de-France de Recherche sur l'Environnement) ; le projet Orrch (Orientation pluraliste de la Recherche sur les Risques CHroniques) avec l'association Alliss : Association pour une alliance sciences-sociétés, etc.). Le pôle Ecotox gère un dispositif de 42 parcelles qui représentent un excellent outil de communication auprès des associations d'agriculteurs. Plusieurs membres du pôle sont impliqués dans la rédaction de normes européennes ou nationales relatives à des méthodes de caractérisation biologique de la qualité des sols, et jouent dès lors un rôle essentiel dans les activités de normalisation en transmettant des outils opérationnels et robustes à la société civile. Les membres du pôle développent également des partenariats avec des structures privées/entreprises, et des projets de science ouverte, par exemple avec la fondation Evertea (ex-Rovaltain). Ils partagent les connaissances produites avec le grand public de différentes manières : interviews radio (x4) ou émissions nationales télévisuelles du type « C'est bon à savoir », (France 2, 3 et 5), contribution à des bulletins de veille spécialisés (Bulletin Ecotox) et à des revues techniques agricoles, participation aux Fêtes de la Science, présence dans les sociétés savantes (e.g. Académie Agriculture de France, présidence de la Société d'Ecotoxicologie Fondamentale et Appliquée) et les associations, etc.

Points faibles et risques liés au contexte

Les effectifs du pôle Ecotox sont en forte réduction, avec le départ de dix personnes (retraite ou mobilité), dont six C/EC, pour seulement deux personnes recrutées (un CR et un AI). Si l'érosion du personnel continue sans réelle mesure compensatoire, les activités du pôle risquent d'en être sensiblement affectées. La perte de deux personnes titulaires d'une HDR ne permet pas de résoudre le problème du faible taux d'encadrement des doctorants.

Les membres du pôle Ecotox sont impliqués dans de très nombreux projets nationaux ou internationaux, mais le taux de portage reste faible, inférieur à 25 %.

Le pôle ne compte que neuf C et EC permanents, ce qui est assez faible compte tenu du nombre élevé de participations de ses membres aux expertises et commissions diverses, ce qui limite sensiblement le temps consacré à la recherche.

Malgré des recherches à fort impact sociétal et proche de la filière agricole, la présence d'Ecotox dans les médias grand public reste limitée.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le pôle Ecotox se distingue par son expertise en écotoxicologie, soutenue par des dispositifs expérimentaux de longue durée et des partenariats solides. Cependant, face à des départs à la retraite et une perte de compétences clés (notamment en écotoxicologie et spectroscopie Nirs : Near Infra Red Spectroscopy), le pôle doit se concentrer sur le renouvellement de ses effectifs, particulièrement dans les domaines des microplastiques et des réseaux trophiques.

L'environnement de Paris-Saclay offre des possibilités stratégiques, telles que les collaborations avec les sciences du spatial et l'expansion des recherches sur la santé des sols. Ces synergies sont essentielles pour renforcer l'impact du pôle Ecotox, qui bénéficiera d'une fusion avec l'équipe Sol pour développer de nouvelles synergies et approfondir les recherches au sein du pôle Sol&Tox. Ce rapprochement vise à consolider une approche intégrée des sciences des sols, allant de la dynamique des contaminants à la santé des écosystèmes, tout en optimisant les compétences techniques et scientifiques au service des nouvelles lignes de recherche.

Pour réussir, l'unité devra renforcer ses équipes, investir dans des équipements de pointe et développer des collaborations internes plus solides. Le renouvellement des compétences scientifiques et techniques est donc primordial pour maintenir la position du pôle comme leader dans le domaine de l'écotoxicologie et de la gestion durable des sols.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe devrait renforcer ses collaborations interdisciplinaires, en particulier avec les sciences du spatial et l'intelligence artificielle, afin de soutenir la recherche sur la santé des sols et les contaminants. Ces synergies pourraient offrir de nouvelles perspectives et accroître l'impact scientifique. Le recrutement dans des domaines clés tels que l'écotoxicologie, la physique du sol et la biogéochimie permettra de combler les lacunes actuelles et de renforcer les compétences nécessaires pour atteindre les objectifs du pôle Sol&Tox.

L'environnement de Paris-Saclay présente des possibilités stratégiques à exploiter pleinement, notamment l'accès à des infrastructures de pointe en télédétection et en imagerie, essentielles pour les recherches en cours.

Il est crucial de planifier le renouvellement des compétences, en particulier pour les chercheurs et ingénieurs proches de la retraite. La succession doit être anticipée pour maintenir la continuité des savoir-faire en pédologie, écotoxicologie et biogéochimie, garantissant ainsi la pérennité des recherches. La formation continue des équipes sera également essentielle pour préparer la relève.

La gestion du LC-MS pourrait être optimisée par un soutien technique affecté. Une communication accrue grâce à des publications interdisciplinaires et des actions de vulgarisation renforcerait l'adoption des outils par les utilisateurs finaux.

Enfin, un financement stable pour des projets à long terme, comme ceux sur le stockage du carbone, est nécessaire pour garantir leur développement. La valorisation des données scientifiques et la promotion de partenariats externes doivent également être renforcées pour maximiser l'impact des recherches.

Équipe 3 : Eco&Phy

Nom du responsable : M. Sébastien Saint-Jean et Mme Carole Bedos

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le pôle Eco&Phy a un projet centré sur la compréhension, la modélisation et l'optimisation des relations entre l'agriculture, le climat et les pollutions de l'air en se basant sur une approche pluri-disciplinaire (physique et chimie de l'environnement, écophysiologie, écologie fonctionnelle) et multi-échelles (de l'organe à l'échelle globale, l'échelle parcelle constituant un socle commun des différentes approches développées).

Quatre axes sont définis visant à 1) Identifier les régulations et communications biologiques dans les cultures ; 2) Aborder les processus émergents des interactions sol-plante-atmosphère ; 3) Comprendre les interactions biophysiques dans des paysages multifonctionnels ; 4) Intégrer les connaissances acquises aux échelles régionales à continentales.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a su répondre efficacement aux recommandations du comité de maintien de sa production scientifique (1,7 articles par ETP et 2 articles par thèse) tout en conservant une grande diversité de modes de diffusion (chapitres d'ouvrage, interventions dans les médias).

Des recommandations de production de travaux intégrant les contributions des différentes spécialités de l'équipe sur les axes de recherche identifiés et de renforcement des collaborations avec des partenaires académiques et territoriaux ont été formulées lors de la précédente évaluation. L'équipe mentionne en ce sens un investissement dans le développement de projets pluri-disciplinaires structurants pour les quatre axes du pôle, ainsi que pour les trois pôles de l'unité. Les compétences scientifiques et techniques de l'équipe bénéficient d'une reconnaissance locale, nationale et internationale qui s'est traduite lors de la période d'évaluation par l'obtention de 65 nouveaux contrats de recherche et l'accueil de quatorze post-docs et chercheurs internationaux (> 6 mois). Elle est également impliquée dans plusieurs collectifs non-académiques.

Enfin à propos des recommandations d'expliquer la stratégie de diffusion des différents outils développés et d'adopter des pratiques communes en matière d'ingénierie logicielle, l'équipe mentionne dans le rapport le partage (open-source) de trois modèles et modèles-logiciels ainsi que de nombreux jeux de données (6 bases de données, 7 Data papers).

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	10
Personnels d'appui à la recherche	10
Sous-total personnels permanents en activité	31
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	4
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	8
Doctorants	13
Sous-total personnels non permanents en activité	26
Total personnels	57

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le pôle Eco&Phy bénéficie d'une excellente reconnaissance internationale, nationale et locale attestée par son succès d'obtention de financements et d'attraction de post-doc/chercheurs internationaux, qui sont par ailleurs bien équilibrés entre les quatre axes de l'équipe. Il est à noter toutefois que cette richesse de questionnements, d'objets d'études et de méthodologies peut engendrer une dispersion et un risque fort de surcharge de travail dans le contexte mentionné de déséquilibre de ratio PAR/scientifiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le pôle déploie une diversité d'approches disciplinaires à des échelles multiples en se basant sur de nombreuses infrastructures et outils méthodologiques, ce qui lui a permis d'obtenir 65 nouveaux contrats, soit cinq à six contrats par ETP lors de la période d'évaluation. L'équipe a ainsi bénéficié de ressources financières confortables représentant un montant annuel de 837 k€. Ces financements, issus de sources variées (fonds européens 19 %, nationaux ou associatifs 60 %, régionaux 20 %), illustrent une dynamique de collaboration efficace avec des partenaires académiques et techniques à la fois locaux, nationaux et internationaux.

Le pôle se distingue par des contributions majeures à la compréhension des dynamiques environnementales et climatiques. Ses travaux publiés dans *Nature* (2023) et *Nature Communications* (2023) ont mis en lumière l'impact du changement climatique sur les écosystèmes fluviaux et les forêts européennes, en particulier face aux extrêmes de température, tout en développant des outils innovants pour mesurer l'albédo et les flux de chaleur en agriculture de conservation (*Nature Reviews Earth & Environment*, 2023). Ces recherches offrent des perspectives essentielles pour adapter les pratiques agricoles et forestières aux conditions climatiques changeantes. L'équipe a révélé que près d'un tiers de la production primaire actuelle de l'océan Arctique est soutenue par les apports des rivières et l'érosion côtière (*Nature Communications*, 2021). Parallèlement, des études sur l'agriculture de conservation ont démontré les vulnérabilités de cette pratique face au réchauffement global (*Nature Climate Change*, 2021), soulignant l'urgence d'intégrer la résilience climatique dans les systèmes agricoles. Ses travaux sur les sources et puits mondiaux de N₂ O (*Nature*, 2020) ont permis une quantification exhaustive de ce puissant gaz à effet de serre, fournissant une base scientifique pour les politiques de réduction des émissions. Ces contributions reflètent un engagement constant pour répondre aux défis écologiques et climatiques en combinant rigueur scientifique et solutions innovantes.

Le pôle fait preuve d'une solide capacité d'encadrement doctoral, avec 31 doctorants encadrés, soit une augmentation notable de dix doctorants par rapport à la période précédente. Cette évolution s'appuie sur un effectif total de neuf HDR qui est stable par rapport à la période précédente, mais dont trois HDR ont été obtenues durant la période d'évaluation. L'équipe jouit d'une reconnaissance internationale notable qui s'est traduite lors de la période d'évaluation par l'accueil de quatorze chercheurs et post-docs.

La production scientifique (tant des chercheurs que des doctorants) est excellente, avec un accroissement du nombre de publications ACL (34 contre 30 précédemment). Ce taux est légèrement inférieur à celui de l'unité, mais est compensé par un investissement important de l'équipe dans la rédaction d'ouvrages et chapitres (46) et dans des activités de transfert des connaissances vers le grand public (30 interventions médiatiques).

Points faibles et risques liés au contexte

Le pôle fait face à une réduction significative de son personnel PAR, avec un solde négatif résultant des sept départs de personnels partiellement compensés par cinq recrutements. Le déménagement de l'unité au niveau du plateau de Saclay et les difficultés à pourvoir les postes vacants dans les domaines en informatique et modélisation sont affichés comme des facteurs clés de la diminution du ratio PAR/scientifiques (9/21), le plus bas au sein de l'unité. Dans ce contexte, l'équipe est exposée à un fort risque de pertes de compétences clés pour ses activités de modélisation. La diversité des approches déployées peut constituer un facteur aggravant de cette surcharge et se répercuter négativement sur la dynamique de réponse à des appels à projets et de publication.

Par ailleurs, bien que des collaborations structurantes entre les axes du pôle et avec deux autres pôles existent, elles restent relativement faibles.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Après dix années d'existence, le pôle Eco&Phy se projette vers une trajectoire scientifique qui s'inscrit dans la continuité de la période passée, autour de deux lignes de recherche (LR1 et LR2) alignées sur les quatre thèmes structurants de l'unité.

La LR1 se concentre sur les processus, interactions et rétroactions multi-échelles, allant de l'organe à l'échelle supra-parcellaire. La LR2 repose sur des approches intégratives et multicritères visant à faire évoluer les pratiques à différentes échelles, du paysage à l'échelle globale.

Une évolution notable par rapport au projet précédent réside dans une meilleure intégration des espaces urbains, l'exploration de l'échelle globale et la prise en compte des hétérogénéités multi-échelles. Bien que cette orientation soit novatrice et pertinente, elle pourrait entraîner une dispersion accrue des activités du pôle, déjà très diversifiées, ce qui nécessitera une vigilance particulière.

Cependant, les collaborations envisagées au sein des deux LR, ainsi qu'avec le pôle Sol&Tox, sont clairement définies et représentent un atout pour garantir la cohérence et l'impact du projet.

Pour mener à bien son projet et intégrer ces nouvelles inflexions, le pôle identifie plusieurs défis importants, notamment d'ordre méthodologique, qui nécessitent des compétences spécifiques.

La diversité des partenariats historiques du pôle constitue un atout majeur pour relever certains de ces défis. À ce titre, une dizaine de projets a déjà été déposée pour chacune des LR, mobilisant chacun environ une dizaine de doctorants et de post-doctorants. Par ailleurs, plusieurs postes, notamment de CR2 (pour la LR1) et de MC (pour la LR2), ont été demandés par le pôle.

Cependant, ces recrutements ne permettront de compenser qu'en partie les départs en retraite prévus (2 MC, 2 CR, 1 DR), auxquels s'ajoutent les pertes significatives de personnels PAR lors de la période écoulée.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Les membres de l'équipe sont encouragés à poursuivre leur investissement individuel et collectif avec le même dynamisme. La stratégie de publication qui permet à l'équipe de rayonner, tout comme ses efforts de vulgarisation qui renforcent l'impact sociétal de ses recherches, doivent être maintenus. Il est important de capitaliser sur l'arrivée des nouveaux doctorants et post-doctorants pour stimuler les collaborations intra- et inter-équipes et consolider la cohésion scientifique de l'unité. Des intégrations plus fortes entre les différentes échelles d'investigation et pas de temps considérés sont recommandées afin d'améliorer la valorisation des recherches menées au travers de publications intégratives. Cela permettra également de limiter la dispersion autour des objets d'étude, des modèles et des dispositifs expérimentaux, souvent sources de surcharge de travail. L'installation au niveau du nouveau campus de Saclay, étape clé de la précédente période, offre par ailleurs un environnement scientifique et technologique propice aux collaborations qu'il faut pleinement exploiter. Les efforts pour obtenir des financements locaux, nationaux et internationaux doivent perdurer afin de soutenir les activités programmées. Mais, en parallèle, il est crucial de développer, avec l'appui de la direction de l'unité et des tutelles, une stratégie de recrutement de PAR permanents ou en CDD par des contrats sollicités pour maintenir les compétences critiques dans l'équipe.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 9 janvier 2025 à 8 h 30

Fin : 10 janvier 2025 à 12 h

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Jour 1 – jeudi 9 janvier 2025 – Campus Agro Parsi Saclay 22 place de l'agronomie

8 h	Entretien à huis clos des membres du comité avec la conseillère scientifique
8 h 30	Présentation du comité d'experts et présentation des enjeux de l'expertise Hcéres : par la Conseillère scientifique (10')
8 h 40	Présentation de l'unité « Ecosys », faits marquants et trajectoire (50')
9 h 30	Discussion générale du comité avec le directeur et l'équipe de direction, questions sur le bilan et la trajectoire (45')
10 h 15	Pause-café (15')
10 h 30	Présentation des équipes de recherche. Équipe 1 : (15'présentation+15' discussion)
11 h	Présentation des équipes de recherche. Équipe 2 : (15'présentation+15' discussion)
11 h 30	Réunion du comité à huis clos (30')
12 h	Repas (1 h 30') à huis clos entre la conseillère scientifique et les experts du comité
13 h 30	Entretiens collectifs à huis clos avec les personnels d'appuis à la recherche, ITA et BIATS (45')
14 h 15	Entretiens collectifs avec les contractuels : doctorants, post-doctorants et autres CDD « chercheurs ou ITA-BIATS » (45')
15 h	Entretiens collectifs à huis clos avec les chercheurs et enseignants-chercheurs (45')
15 h 45	Pause-café (15')
16 h	Entretiens collectifs avec les responsables des équipes de recherche (45')
16 h 45	Entretiens à huis clos avec les représentants des tutelles (60')
17 h 45	Entretiens à huis clos avec l'équipe de direction (30')
18 h 15	Réunion à huis clos des membres du comité (travail sur le rapport)
Jour 2 — vendredi 10 janvier 2025	
8 h 30	Entretien à huis clos des membres du comité avec la conseillère scientifique (travail sur le rapport)
10 h	Pause-café
12 h	Fin du comité Départ du comité et de la conseillère scientifique

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

A Palaiseau, le 13 mars 2025

Objet : Observations de portée générale sur le rapport DER-PUR260024882 - ECOSYS - Écologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes.

Au département d'évaluation de la recherche du HCERES

Comme demandé dans votre message du 20 février 2025, vous trouverez ci-dessous les observations de portée générale sur ce rapport, rédigées en concertation entre les tutelles.

Les tutelles INRAE et AgroParisTech tiennent tout d'abord à remercier les membres du comité pour leur rapport de très grande qualité, leur travail d'analyse et de recommandation. Nous nous réjouissons du retour sur l'excellence de l'unité dans l'ensemble des domaines. Les tutelles en félicitent tous les membres de l'unité et sa direction en particulier. Le département AgroEcoSystem d'INRAE et AgroParisTech ont conscience de l'engagement que le déménagement vers Saclay a demandé au collectif et ont une attention particulière à toutes leurs unités concernées par ce déménagement dont, bien entendu EcoSys. Avec le Centre INRAE Versailles-Saclay, elles exerceront une vigilance à ce que les problèmes qui subsistent, en particulier au niveau du bâtiment, puissent être résolus dans les meilleurs délais. Le département AgroEcoSystem et AgroParisTech ont appuyé et continueront à appuyer l'unité pour l'accès à des terrains expérimentaux et de recherche en proximité.

S'agissant du renouvellement des personnels, en particulier des personnels techniques et informatiques, les tutelles ont soutenu l'unité et continueront à la soutenir par des recrutements. L'unité a en particulier été renforcée récemment en appui technique par le département AgroEcoSystem d'INRAE. Les tutelles auront aussi une attention à accompagner l'unité dans une trajectoire scientifique en adéquation avec les moyens humains dont elle dispose aujourd'hui et pourra disposer de façon réaliste dans les années à venir.

En termes d'accompagnement des jeunes chercheurs, en complément des initiatives portées par les unités, le département AgroEcoSystem d'INRAE a mis en place un dispositif d'incitation et d'accompagnement des jeunes chercheurs vers l'HDR. AgroParisTech souhaite en faire de même pour ses jeunes cadres scientifiques.

S'agissant du différentiel de production scientifique entre les deux pôles qui constituent l'unité pointé par le comité HCERES, les tutelles veilleront à accompagner au meilleur niveau la trajectoire scientifique de chacun des deux pôles, en restant vigilant quant aux éventuels déséquilibres qui pourraient apparaître.

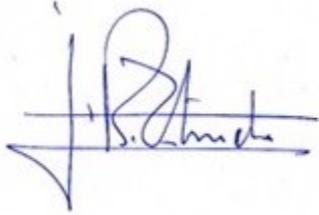
Par ailleurs, les tutelles accompagneront l'unité pour la mise en place d'une politique de gestion des données de la recherche, garantissant notamment l'accessibilités de ces données à long terme.

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos respectueuses salutations.

Pour AgroParisTech
Alexandre PERY
Directeur de la Recherche,
de l'Innovation et du Transfert Technologique



Jean ROGER-ESTRADE
Vice-président du département SIAFEE



Pour INRAE
Thomas NESME
Chef du département
AgroEcoSystem



Les rapports d'évaluation du Hcéres
sont consultables en ligne : www.hceres.fr

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



19 rue Poissonnière
75002 Paris, France
+33 1 89 97 44 00

