

## Évaluation de la recherche

# RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LMGE - Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université Clermont Auvergne - UCA

Centre national de la recherche scientifique - CNRS

---

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2025-2026**  
**VAGUE A**

Rapport publié le 14/01/2026

Au nom du comité d'experts :

Emma Rochelle-Newall, présidente du comité

Pour le Hcéres :

Coralie Chevallier, présidente du Hcéres

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 la présidente 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.

**Cette version du rapport est publique au titre du décret n° 2021-1537 du 29 novembre 2021. Des parties considérées comme confidentielles ainsi que les réponses aux points d'attention des tutelles ne figurent pas dans cette version du rapport.**

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

<b>Présidente :</b>	Mme Emma Rochelle-Newall, DR, IRD, Paris
	M. Fabien Joux, PR, Sorbonne Université, Banyuls/mer
	Mme Laure Guillou, DR, CNRS, Roscoff
	Mme Patricia Bonin, DR, CNRS, Marseille (représentante du CoNRS)
<b>Expert(e)s :</b>	M. Guillaume Minard, MCF, Université Claude Bernard Lyon 1, Villeurbanne (représentant du CNU)
	Mme Françoise Immel, IR, CNRS, Besançon (Personnel d'Appui à la Recherche)

## CONSEILLÈRE SCIENTIFIQUE DU HCÉRES

Mme Anne-Marie Di Guilmi

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

M. Guillaume Decocq, CNRS-INEE  
Mme Vanessa Prévot, Vice-Présidente Recherche, Université Clermont Auvergne

# CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement
- Acronyme : LMGE
- Label et numéro : UMR CNRS 6023
- Nombre d'équipes : 6
- Composition de l'équipe de direction : M. Didier Debroas (directeur) et Mme Corinne Petit (directrice adjointe)

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

SVE Sciences du vivant et environnement  
SVE4 Immunité, infection et immunothérapie

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Les thématiques de recherche du Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement (LMGE) sont centrées sur l'étude de l'écologie des microorganismes : les archées, les bactéries, les eucaryotes et les virus. L'unité adopte une approche intégrée visant à comprendre la répartition des microorganismes, leurs interactions avec leurs hôtes et l'influence de l'anthropisation des milieux sur ces interactions et leur évolution. Les approches « omics » - (méta)génomique, (méta)transcriptomique, (méta)protéomique et métabolomique - sont au cœur des recherches qui articulent le triptyque génome, santé et environnement. Ce positionnement leur permet d'aborder des questions scientifiques allant de l'écologie fondamentale au fonctionnement des écosystèmes et à l'écologie de la santé. Il constitue une des spécificités du LMGE qui traite des problématiques à l'interface environnement et santé en intégrant des approches multi-échelles. Le LMGE se distingue également par une recherche clinique importante avec la présence de 8 ECPH.

Les thématiques de recherche de l'unité sont organisées autour de six équipes construisant ce continuum entre écologie fondamentale et écologie de la santé. L'équipe Biodiversité Microbienne et Adaptations Fonctionnelles (BioAdapt) conduit des recherches sur les communautés microbiennes et des virus dans les milieux aquatiques. L'équipe Communautés Microbiennes : Ecotoxicologie-Santé (CMES) examine les conséquences des perturbations des xénobiotiques sur les communautés microbiennes dans un continuum Environnement - Santé. L'équipe Épidémiologie et Pathogénie des Infections à Entérovirus (EPIE) s'intéresse à la surveillance épidémiologique des infections communautaires et à l'étude de la diffusion des microorganismes entériques dans l'environnement. L'équipe génoMique de l'Environnement et Bio-Informatique (MEB) développe et utilise des outils de génomique environnementale pour décrypter la diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés microbiennes dans les écosystèmes aquatiques. L'équipe Interactions Hôtes-Parasites (IHP) étudie la pathogénie des microsporidies et décrypte les mécanismes d'interaction avec la cellule hôte, afin de mettre en place de nouveaux moyens de lutte. Les recherches de l'équipe Interactions dans les Réseaux Trophiques Aquatiques (IRTA) se focalisent sur l'interface microbes-métazoaires avec l'objectif de comprendre comment les contraintes locales et globales affectent le fonctionnement des écosystèmes aquatiques.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le laboratoire d'origine de l'unité a été créé en 1962 et placé sous tutelle du CNRS en 1969. L'unité était labellisée successivement URA 138 « Biologie Comparée des Protistes », UPRES A 6023 « Biologie des Protistes » et UMR 6023 « Microorganismes : Génome et Environnement », son nom actuel. En 2008, le laboratoire de bactériologie de la faculté de pharmacie implanté sur le site Dunant (CHU) a intégré l'unité et en 2017 l'EA 4843 « Épidémiologie et Pathogénie des Infections à Entérovirus, EPIE » a également rejoint l'unité.

Le LMGE est aujourd'hui implanté sur deux sites principaux distants de 3km et reliés par le tramway : le campus universitaire des Cézeaux à Aubière et le campus santé des UFR de Pharmacie et de Médecine sur le site Dunant à Clermont-Ferrand. Deux enseignants-chercheurs sont également affectés pour l'enseignement à l'IUT d'Aurillac (distant de 170 km).

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Au travers de ses deux établissements tutelles (UCA et CNRS), l'unité est impliquée dans de nombreuses structures de coordination et de recherche, tant sur le plan local que national. Sur le plan local, l'unité co-anime deux fédérations de recherche : « Systèmes Microbiens » (SysMic) et la Fédération de recherche en Environnement (FRE) devenue Fédération Recherche Eau, environnement et territoires (FrEAU) au 1/1/25. L'unité est rattachée à l'Institut Sciences de la vie, Santé, Agronomie, Environnement de l'UCA et à l'ED du même nom (SVSAE).

L'unité est membre de l'axe 3 «Interactions entre les agrosystèmes et leurs environnements» du Centre International de Recherche sur les Agroécosystèmes durables (CIR-SAE) de l'I-Site. L'unité est rattachée à la section CNU 67 et dépend de l'institut CNRS Ecologie et Environnement avec un rattachement principal à la section 32 du Comité National. L'unité anime aussi le dispositif de partenariat en écologie et environnement CNRS-(DIPEE) qui fédère des laboratoires du CNRS Ecologie-Environnement du site Clermontois.

Les membres de l'unité participent à l'animation de différentes plateformes techniques et mutualisées du site universitaire. L'unité est membre de l'équipe d'animation de la plateforme Auvergne Bioinformatique (AuBi). Cette plateforme regroupe des laboratoires de l'UCA et possède une forte expertise en génomique, épigénomique et métagénomique. L'unité héberge également la plateforme Cytometry, Sort & Transmission Electronic Microscopy (CYSTEM) placée sous la responsabilité de deux BIATSS de l'unité. Le LMGE contribue par ailleurs à la plateforme «Culturomique» portée par la fédération de recherche SysMic et figure parmi les partenaires du Projet ciblé «CULTISSIMO» financé par le PEPR SAM «Systèmes Alimentaires, Microbiomes et Santé». En termes de formation à la recherche, l'unité est impliquée dans le Graduate track «changing environments» (GT-CE) ainsi que dans deux défis du CPER : «Fénomènes» dédié au Fonctionnement des écosystèmes naturels et anthropisés pour des modes de production durables et «Biotic» centré sur la Biologie intégrative et innovation thérapeutiques : approches appliquées à la mobilité et à la santé humaine.

Au niveau national : la Zone Atelier Territoires Uranifères (ZATU) est coordonnée par un membre de l'unité. Cette ZA développe un programme de recherche consacré aux territoires présentant une radioactivité naturelle renforcée par l'action de l'homme. Dans ce cadre, l'unité a porté une demande auprès de l'Equipex+ Terra Forma intitulée «Concevoir et tester l'observatoire intelligent des territoires à l'ère de l'Anthropocène» afin de renforcer les capacités d'observation et de modélisation environnementale de la ZATU. L'unité héberge l'animateur du GDR CNRS 3716 «Écologie Trophique» (GRET) dont l'objectif est de fédérer les chercheurs et enseignants-chercheurs travaillant sur les réseaux trophiques marins, dulcicoles et terrestres. Ce groupe vise à recenser et mutualiser les thématiques, les approches, les méthodologies mobilisées autour des interactions trophiques à l'échelle nationale.

Sur le plan international : le laboratoire est membre du Laboratoire des Processus et de Remédiation de l'Environnement (LPRE), Laboratoire International Associé (LIA) entre l'Université Clermont Auvergne (UCA) et l'Université de Wuhan (WHU). Il est également membre de l'European Non-Polio Enterovirus Network (ENPEN) qui bénéficie d'un label IRP (International Research Project) du CNRS depuis 2021 pour une durée de 5 ans.

## EFFECTIFS DE L'UNITÉ : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	16
Maitres de conférences et assimilés	29
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	4
Personnels d'appui à la recherche	26
Praticien hospitalier	2
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>78</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	6
Personnels non permanents d'appui à la recherche	4
Post-doctorants	0
Doctorants	23
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>33</b>
<b>Total personnels</b>	<b>111</b>

## RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024. LES EMPLOYEURS NON TUTELLES SONT REGROUPÉS SOUS L'INTITULÉ « AUTRES ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
UCA	41	0	19
CNRS	0	5	8
Autres	0	0	3
<b>Total général</b>	<b>41</b>	<b>5</b>	<b>30</b>

## AVIS GLOBAL

Le Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement (LMGE) développe une approche intégrée de l'étude de l'écologie des micro-organismes, combinant biologie, écologie, génomique et modélisation. Les recherches menées au sein de l'unité visent à comprendre la diversité, la répartition et l'évolution des micro-organismes, leurs interactions avec leurs hôtes et leurs rôles dans le fonctionnement des écosystèmes, en intégrant l'impact de l'anthropisation et des changements environnementaux. Les travaux du LMGE s'appuient sur des approches innovantes, notamment les technologies «omics» (génomique, métagénomique, transcriptomique, protéomique et métabolomique), ainsi que sur des plateformes techniques mutualisées de haut niveau. L'objectif principal des recherches est d'analyser les relations entre génome, santé et environnement, dans une perspective à la fois fondamentale et appliquée.

Le LMGE est solidement ancré dans le paysage de la recherche régionale et nationale, avec une intégration affirmée au sein de l'Université Clermont Auvergne et des réseaux scientifiques du CNRS. Le LMGE coordonne la Zone Atelier Territoires Uranifères (ZATU) et participe activement à plusieurs réseaux nationaux tels que Obépine (surveillance des pathogènes dans les eaux usées) et internationaux comme ENPEN (European Non-Polio Enterovirus Network). Cependant, l'attractivité internationale de l'unité, bien que réelle à travers plusieurs collaborations structurantes, pourrait encore être renforcée, notamment par une participation plus systématique à des programmes européens (Horizon Europe, ERC, COST).

Au cours du dernier contrat, l'unité a maintenu une production scientifique soutenue et de qualité (543 publications dont 339 en recherche fondamentale et 204 en recherche clinique), avec une proportion importante de publications dans des revues internationales de grande renommée. Il convient de souligner qu'environ 30 % des articles sont co-signés avec des doctorants, témoignant du fort engagement dans la formation par la recherche et de la qualité de l'encadrement doctoral. Des avancées scientifiques majeures ont été obtenues, notamment dans la compréhension des mécanismes d'adaptation microbienne aux contraintes environnementales, de la plasticité des génomes et des interactions microbe-hôte. Des résultats originaux ont également été produits dans les domaines de la microbiologie environnementale, de la bioremédiation et de la surveillance épidémiologique via les microbiomes. L'unité se distingue également par ses actions de médiation scientifique, son engagement dans la diffusion de la culture scientifique et la valorisation de ses recherches auprès du grand public.

Sur le plan financier, l'unité a significativement accru ses ressources propres, qui représentent désormais environ 80 % du financement total en 2024, traduisant une forte capacité de réponse aux appels à projets compétitifs et une excellente attractivité nationale.

Bien que le LMGE dispose de nombreux atouts — locaux rénovés, plateformes technologiques performantes, expertise reconnue et production scientifique solide —, il devra relever plusieurs défis pour le prochain contrat, notamment la gestion des départs prévus de plusieurs enseignants-chercheurs (EC) et enseignants-chercheurs praticiens hospitaliers (ECPH), qui constituent un point de vigilance pour le maintien de certaines thématiques et du bon fonctionnement collectif. Il apparaît essentiel que le laboratoire profite pleinement des recrutements récents et à venir afin de consolider ses compétences, renforcer ses dynamiques scientifiques et capitaliser sur ses ressources pour construire durablement le laboratoire de demain.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

## A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'unité a bien pris en compte les recommandations émises par le précédent comité d'évaluation Hcéres.

Le précédent comité soulignait qu'il était souhaitable de mettre en place des mesures favorisant les publications dans les meilleurs journaux. L'unité a mis en place des mesures incitatives, financées sur la dotation de base, pour favoriser les collaborations entre équipes, mais aussi au niveau national et international. Ces mesures ont aussi permis de stimuler les collaborations inter-équipe et d'intégrer l'écologie de la santé dans le programme Réseau et dans le ZATU. Pendant la période évaluée, l'unité a publié dans des revues reconnues telles que Nature, Nature Reviews Microbiology, ISME, The Lancet, et Ecology Letters.

Il était aussi recommandé à l'unité d'augmenter et diversifier le budget venant de ressources propres, ce qui a pu être effectivement réalisé via le portage de cinq ANR (dont trois PRME) et la participation dans dix autres. L'unité a aussi obtenu des ressources de l'iSite et du CNRS (MITI, EC2CO), des financements européens et contractualisé des interactions avec les partenaires du monde socio-économique. Les ressources propres pour la période évaluée représentent 80 % des ressources financières gérées par l'unité.

Le précédent comité a aussi souligné que l'unité doit veiller à communiquer les informations de la façon la plus transparente possible auprès de l'ensemble du personnel de l'unité. L'unité a mis en place des dispositifs pour améliorer la communication à travers la diffusion des comptes-rendus des réunions du comité directeur, du conseil d'unité, du conseil de vie et du conseil animation scientifique et communication. L'unité a aussi mis en place une commission appelée ComCom qui est chargée de l'animation scientifique (séminaires scientifiques, présentation des sujets de Master2, Fête de la Science, etc.). Cette commission est constituée principalement de doctorants issus de chaque équipe qui se succèdent au cours du temps.

Concernant le projet de l'unité, le précédent comité a questionné la répartition du projet en trois axes. Pour répondre à ce point, il a été mis en place des thématiques transversales aux trois axes. L'unité a aussi pris des initiatives pour encourager les interactions entre équipes, notamment à travers des projets co-dirigés par au moins deux équipes. Par exemple, l'unité a financé un projet sur l'impact des panaches gazeux volcaniques du volcan Masaya sur les communautés microbiennes édaphiques et lacustres et un autre, plus technique, sur la technologie de PCR digitale. Ces actions ont eu pour résultat le dépôt d'un projet à l'appel EC2CO et ont contribué à augmenter le nombre de publications inter-équipes qui représentent maintenant 15 % de la production scientifique contre 11 % pour le contrat précédent.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

### DOMAINE 1 : OBJECTIFS SCIENTIFIQUES, ORGANISATION ET RESSOURCES DE L'UNITÉ

#### Appréciation sur les objectifs scientifiques, l'organisation et les ressources de l'unité

Les objectifs scientifiques définis sont excellents, voire remarquables. L'organisation de l'unité concernant la structuration des équipes est qualifiée de très bonne à excellente et basée sur un parc d'équipements remarquable environné par du personnel technique compétent. La qualité des ressources humaines et financières est excellente.

Les objectifs sont bien définis au sein des trois axes de recherche et présentent une forte cohérence avec les enjeux scientifiques actuels au regard des problématiques environnementales et sanitaires. On note toutefois une diversification importante des projets au sein des différentes équipes : si elle témoigne d'une dynamique scientifique forte et d'une grande capacité d'innovation, elle pourrait également diluer les efforts sur les thématiques principales de l'unité et mérite une vigilance dans la priorisation des axes futurs. Bien que chaque équipe soit structurée autour de thématiques claires, des chevauchements pourraient justifier une réflexion afin d'assurer une meilleure lisibilité externe. L'unité abrite des équipements de pointe et accède à des plateformes technologiques performantes au niveau du site. Le collectif humain est solide et compétent et l'autonomie financière conséquente.

1/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques pertinents et elle s'organise en conséquence.

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

3/ L'unité dispose de locaux, d'équipements et de compétences techniques adaptés à sa politique scientifique et à ses objets de recherche.

4/ 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 et de protection des données ainsi que du patrimoine scientifique.

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

Le LMGE vise i) à explorer la biodiversité microbienne et son rôle dans les écosystèmes, ii) à comprendre les réponses des communautés aux pressions environnementales et aux changements globaux, et iii) à déchiffrer les interactions entre microorganismes et hôtes dans une approche «One Health». Il étudie aussi la contribution des microbes aux cycles biogéochimiques et réseaux trophiques, développe des approches innovantes (omiques, bioinformatique, microscopie), et analyse l'impact des contaminants dans les milieux aquatiques. Enfin, il valorise les capacités métaboliques des microorganismes pour l'innovation en santé et en environnement. Ces objectifs éclairent le rôle central des microbes dans la régulation des écosystèmes, la santé humaine et animale, et offrent des leviers pour répondre aux défis actuels du changement global, de la pollution et des crises sanitaires.

Le LMGE s'organise autour de six équipes de recherche et trois thématiques transversales. Chaque équipe se positionne dans au moins deux des trois thématiques qui sont : Écologie trophique et fonctionnelle, Microbiologie pour la santé et écotoxicologie, Diversité microbienne et interactions hôtes-parasites. Les plateformes technologiques mutualisées sont aussi structurantes pour l'unité.

Ces activités sont coordonnées par un comité directeur, qui prend les décisions stratégiques, et par différents conseils (laboratoire, vie, animation scientifique et communication), chacun contribuant à la dynamique collective et à la vie sociale de l'unité. Les échanges internes reposent sur une communication régulière, avec des comptes-rendus diffusés à l'ensemble du personnel et des actions favorisant la cohésion scientifique et sociale.

Les ressources financières du LMGE reposent sur un équilibre entre dotations de base et financements sur projets. L'unité reçoit chaque année environ 276 000 € de ses tutelles (76 k€ du CNRS et 200 k€ de l'UCA), des montants en stagnation, voire en légère diminution, principalement affectés au fonctionnement général, à l'hygiène, la sécurité et aux actions de recherche ciblées. À ces fonds s'ajoutent des ressources propres beaucoup plus importantes, en moyenne 1 041 k€ par an sur la période 2019-2024, obtenues grâce à une forte dynamique de réponse aux appels à projets. L'unité a ainsi obtenu 15 projets ANR pour un total de 3 M€, dont cinq coordonnés en interne, ainsi que des financements européens (Horizon 2020, Interreg, 520 k€), nationaux via les dispositifs PIA (I-SITE, Labex, 1 164 M€) et régionaux (plus de 400 k€ via des partenariats socio-économiques, notamment avec Saint-Gobain, et 444 k€ des collectivités territoriales). Ces financements, qui représentent près de 80 % des ressources globales, illustrent la forte compétitivité et la capacité de l'unité à nouer des partenariats. La gestion budgétaire repose sur une mutualisation à hauteur de 40 % pour les besoins transversaux (réparations, hygiène, sécurité, fonctionnement) et sur une redistribution de 60 % au profit des équipes, proportionnellement à leurs effectifs et à leurs projets.

Les ressources humaines du LMGE reposent sur un collectif de 41 enseignants-chercheurs, deux Praticiens Hospitaliers, cinq chercheurs CNRS, 28 personnels techniques, ingénieurs et administratifs, ainsi qu'une vingtaine de doctorants. La dynamique des équipes a été récemment renforcée par plusieurs recrutements ou mobilités stratégiques, dont une chaire de professeur junior en écologie aquatique, un ingénieur de recherche et un directeur de recherche CNRS.

L'unité LMGE bénéficie de locaux modernes et fonctionnels répartis sur deux sites principaux (Campus des Cézeaux à Aubière et le Site de Dunant (CHU)). Les deux sites sont distants de 3 km et reliés par le tramway. Les locaux ont été rénovés entre 2018 et 2020, offrant des infrastructures adaptées et fonctionnelles aux besoins de recherche.

Le LMGE dispose d'équipements scientifiques variés et mutualisés qui soutiennent ses recherches. Ses plateformes techniques, comme CYSTEM (cytométrie et microscopie électronique) et Culturomique (ex. MALDI-TOF MS, dPCR, dispositif microfluidique, enceinte anaréobie) offrent des outils avancés accessibles à l'ensemble des équipes. Le laboratoire est également doté de matériels spécialisés en microbiologie, génomique, protéomique et écologie aquatique, complétés par des observatoires environnementaux, dont le lac d'Aydat équipé de capteurs connectés et un futur site expérimental avec des mésocosmes. Enfin, les analyses bioinformatiques s'appuient sur le cluster haute performance du mésocentre, garantissant une capacité de calcul et de stockage sécurisé des données.

Le laboratoire favorise la mutualisation de ses équipements afin d'en optimiser l'utilisation et d'en maximiser l'impact scientifique. Les équipes bénéficient également d'un accès à des infrastructures de recherche locales et nationales, telles que AuBi, DIPEE ou ZATU, renforçant ainsi leurs capacités expérimentales. Enfin, les équipements du laboratoire sont conçus pour évoluer grâce à des financements réguliers issus de dispositifs tels que l'ANR, le CPER ou le PEPR, permettant d'adapter les outils aux besoins scientifiques émergents.

L'unité dispose de 28 personnels BIATSS/ITA, dont plusieurs dédiés aux plateformes mutualisées. Leur expertise couvre la bioinformatique (développement de pipelines innovants tels que Plassuite pour l'analyse des plasmides), la microscopie et la cytométrie pour une exploitation avancée des instruments, ainsi que la caractérisation des microorganismes. Ces compétences assurent une utilisation optimale des équipements et contribuent directement à la qualité de la recherche.

Le laboratoire présente sa politique d'égalité et de lutte contre les discriminations au cours de la journée des nouveaux entrants (deux sessions/an). La réponse à un questionnaire et le visionnage d'une vidéo sur le biais de genre ont été rendus obligatoires à tous les membres des comités de sélection. Le laboratoire dispose d'une référente «Égalité et lutte contre les discriminations» ayant suivi les formations adéquates qui diffuse régulièrement des informations et organise des expositions sur le sujet. Le laboratoire ne fait part d'aucun signalement.

Concernant l'accueil des nouveaux PAR, l'initiative de les immerger au sein de chaque équipe de recherche pendant deux à trois jours afin qu'ils découvrent les différentes activités de recherche ainsi que les équipements est un point fort original à souligner.

L'unité soutient la formation notamment pour faciliter l'accès aux connaissances scientifiques et techniques et s'ouvrir à la culture institutionnelle et développement personnel. Au total, 180 actions de formations ont été réalisées ciblant 330 participants. La majorité des personnes ayant bénéficié d'une formation sont des titulaires (45 % PAR et 33 % chercheurs et enseignants-chercheurs), les autres personnels se répartissent de la façon suivante : 14 % de doctorants, 2 % de post-doctorants, 5 % de contractuels et 1 % de stagiaires. Enfin, 13 % de ces formations concernent la prévention et la sécurité.

Le laboratoire dispose d'une importante équipe de cinq assistants de prévention répartis sur deux sites qui bénéficie d'un budget spécifique. Les nouveaux entrants sont informés des risques au cours des journées d'accueil dédiées. Cette information sera étendue aux permanents afin de réduire la survenue d'accidents mineurs.

Concernant le stockage des données issues du site instrumenté du lac d'Aydat, le LMGE bénéficie d'un espace dédié au sein d'un entrepôt de données local, le CEBA (Cloud Environnemental au Bénéfice de l'Auvergne). Le laboratoire a également accès à une infrastructure mutualisée pour le calcul, le traitement et le stockage sécurisé de données scientifiques au mésocentre Clermont Auvergne. Cette infrastructure donne également accès au cahier de laboratoire électronique recommandé par le CNRS, eLab, mais ce service n'est pas encore accessible à tous. L'ingénieur informatique a quitté récemment le laboratoire, ce qui entrave cette évolution. La nomination d'une responsable développement durable et la création d'une commission dédiée en réponse à la demande des tutelles témoignent d'une volonté de l'unité à prendre en compte l'empreinte environnementale dans ses activités et à mener une réflexion autour de solutions pour réduire cet impact ; une série d'actions a déjà été mise en place.

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

Bien que le LMGE dispose de nombreux atouts, l'unité fait face à un risque de fragilisation lié aux départs prévus de plusieurs enseignants-chercheurs et enseignants-chercheurs praticiens hospitaliers au cours du prochain contrat. Ces évolutions pourraient affecter le maintien de certaines thématiques structurantes et le bon fonctionnement collectif. Il apparaît donc essentiel que le laboratoire capitalise sur les recrutements récents et à venir pour consolider ses compétences clés, renforcer ses dynamiques scientifiques et assurer la pérennité et la cohérence de ses axes de recherche à moyen terme.

Malgré des promotions internes valorisant enseignants-chercheurs et personnels BIATSS/ITA, l'unité fait face à un vieillissement marqué de ses effectifs et à de nombreux départs à la retraite dans les prochaines années, en particulier dans les équipes IRTA et MEB. Elle reste fragilisée par un faible nombre de post-doctorants et le manque de chercheurs CNRS dans certaines équipes. Le non-remplacement systématique des postes annoncé par l'UCA accentue ce risque, menaçant la continuité de thématiques de recherche essentielles. Dans ce contexte, le renforcement de l'attractivité du laboratoire, notamment auprès de jeunes chercheurs et post-doctorants, apparaît crucial pour assurer la pérennité et le renouvellement des compétences scientifiques.

Un point de fragilité réside dans l'absence de plan d'amortissement et de hiérarchisation des investissements, ce qui limite l'anticipation du renouvellement des équipements. Cette situation fait peser un risque sur leur pérennité, sur la soutenabilité financière de l'unité et sur sa capacité à accompagner l'évolution des besoins technologiques.

Suite à une participation plus soutenue de la direction aux commissions de recrutement, le taux de promotion des PAR s'est amélioré par rapport au contrat précédent, il est important de maintenir cette participation. Le personnel d'appui à la recherche est représenté par 19 femmes et 13 hommes. Si les promotions de corps ont été favorables aux femmes (5F/3H), il est à noter que les deux promotions dans le corps des IR ont concerné deux hommes.

Malgré une politique d'égalité clairement affichée, une disparité de genre en défaveur des femmes est présente au sein du CoDir. Le conseil de laboratoire dont la composition repose sur la base du volontariat et la tenue d'élections fait apparaître une majorité de femmes (8H/12F). Malgré le souhait affiché d'accueillir des personnes en situation de handicap (stages de Master, allocation doctorale CNRS), la prise en compte des situations de handicap n'est pas explicitée.

## DOMAINE 2 : LES RÉSULTATS, LE RAYONNEMENT ET L'ATTRACTIVITÉ SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

### Appréciation sur les résultats, le rayonnement et l'attractivité scientifiques de l'unité

L'appréciation de l'unité sur les résultats est excellente. Les activités de recherche de l'unité LMGE donnent lieu à une excellente production scientifique qui couvre un spectre large et cohérent et plusieurs publications témoignent de l'originalité et de la robustesse des travaux.

Le rayonnement de l'unité est excellent. L'unité est très bien implantée au niveau local et au niveau national de manière significative dans plusieurs réseaux structurants. Elle est également intégrée dans quelques initiatives internationales, dans deux projets européens et son expertise est sollicitée (AAPs nationaux/ANR et européens/ERC).

L'attractivité de l'unité est très bonne voire excellente au niveau local et régional. L'arrivée de nouveaux personnels, par recrutement ou mobilité, devrait renforcer l'attractivité au niveau national et international.

1/ L'unité est reconnue pour ses réalisations scientifiques qui satisfont à des critères de qualité.

2/ Les activités de recherche de l'unité donnent lieu à une production scientifique de qualité.

3/ L'unité participe à l'animation et au pilotage de sa communauté.

4/ 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 quatre références ci-dessus

L'unité se distingue par son rôle moteur dans l'animation de structures fédératives et réseaux. Ces dispositifs ont contribué à l'émergence de projets interdisciplinaires, notamment sur l'axe Environnement-Santé en parfaite cohérence avec les recommandations faites par le Hcéres.

Au niveau national, l'unité joue un rôle significatif dans plusieurs réseaux structurants. Elle contribue activement aux actions d'Obépine, coordonne la Zone Atelier Territoires Uranifères (ZATU), et anime le GDR CNRS « Écologie Trophique » et le réseau thématique e-Tox. Elle participe au Pôle académique de l'eau de l'IRC-SAE, dirige le FRE Environnement et organise le DIPEE. Elle assure également une visibilité scientifique par l'organisation d'événements, notamment une journée thématique de l'Association Francophone d'Écologie Microbienne (AFEM). Des membres de l'unité ont participé à une vingtaine d'expertises pour des appels à projets nationaux (ANR, ...), ou européens (ERC) et ont été invités à dix-sept conférences internationales.

Sur le plan international, l'unité prend part à la COST Action CA20125 (ParaQua) et au projet Interreg POCTEFA Espagne–Andorre–France, centré sur l'étude du microbiome colonisant les plastiques et les bioplastiques. Elle est impliquée dans deux projets européens, PELAGICS et Virus-X, et joue un rôle actif au sein du réseau de surveillance des entérovirus European Non-Polio Enterovirus Network (ENPEN). Enfin, l'unité assure le développement et la diffusion de la base de données PHROG dédiée à l'annotation et à la classification des protéines virales, renforçant ainsi sa contribution aux outils et ressources de la communauté scientifique internationale.

En termes de reconnaissance individuelle, une maîtresse de conférences a été nommée membre junior de l'Institut Universitaire de France (2018–2023), tandis qu'un autre membre de l'unité siège à l'Académie Nationale de Pharmacie.

Les activités de recherche de l'unité LMGE donnent lieu à une excellente production scientifique. Entre 2019 et 2024, l'unité a publié 543 articles à comité de lecture, dont 339 en recherche fondamentale et 204 en recherche clinique. Le pic de production noté en 2022 peut être attribué à un ralentissement des expérimentations pendant la pandémie de Covid-19, laissant plus de temps pour la rédaction d'articles. La production en recherche fondamentale reste globalement stable, avec une moyenne annuelle d'environ 85-90 publications, témoignant d'une activité scientifique soutenue et régulière. Une légère diminution du nombre de publications en recherche clinique est observée entre 2019 (33 publications) et 2024 (15 publications, au moment du dépôt de dossier), ce qui pourrait refléter un recentrage des efforts ou des contraintes spécifiques. Chaque équipe contribue activement à la production scientifique de l'unité, avec des variations selon les thématiques et les collaborations. Les équipes IRTA (85 publications en recherche fondamentale) et BioAdapt (105 publications en recherche fondamentale) affichent une production particulièrement élevée, tandis que les équipes CMES (72 publications en recherche fondamentale et 176 articles en recherche clinique) et EPIE se distinguent par leur forte implication dans des publications cliniques et collaboratives.

La production scientifique du LMGE couvre un spectre large et cohérent : avancées méthodologiques en bioinformatique, écologie fondamentale et appliquée, recherche en santé humaine et animale, mécanismes de virulence et d'infection, diversité microbienne des écosystèmes aquatiques. Plusieurs publications témoignent de l'originalité et de la robustesse des travaux, qu'il s'agisse de thématiques émergentes, de disciplines rares ou de sujets à risque. Le LMGE a publié dans plus de 60 journaux différents en recherche fondamentale. La section Recherche clinique contient des publications dans 29 journaux différents, avec une forte concentration dans des journaux spécialisés en médecine intensive, néphrologie, et maladies infectieuses (Annals of Intensive Care : 15 publications, Critical Care : 14 publications). L'unité a développé une politique incitative visant à renforcer les publications de haut niveau, en particulier dans le domaine de l'écologie de la santé, aujourd'hui positionné comme un axe structurant. Des mesures de soutien (séminaires, invitations de chercheurs, collaborations internes) ont contribué à la production d'articles dans des revues de visibilité internationale (Nature, Nature Communications, Nature Biotechnology, Nature Reviews Microbiology, Ecology Letters). Ces articles abordent des sujets liés à l'écologie, la biodiversité et les impacts des changements climatiques sur les écosystèmes aquatiques et terrestres. L'unité a publié neuf articles dans Environmental Microbiology. Ces articles abordent des sujets liés à l'écologie microbienne, aux interactions hôte-parasite, aux virus, et aux impacts environnementaux sur les communautés microbiennes dans divers écosystèmes aquatiques. Deux des articles publiés dans Ecology letters portent sur des travaux en écologie trophique et métabolique et mettent en avant une approche pluridisciplinaire combinant écologie et chimie-physique pour mesurer précisément le taux métabolique d'organismes de petite taille.

Environ 25 % des publications en recherche fondamentale impliquent des collaborations internationales, et 15 % sont issues de collaborations inter-équipes au sein du LMGE. De plus, 30 % des publications associent un doctorant du laboratoire, témoignant de l'implication dans la formation par la recherche.

L'unité présente une intégration solide dans des réseaux nationaux en lien avec son expertise en écologie aquatique et dans le développement de l'interface environnement-santé. Chaque équipe contribue à des réseaux distincts, renforçant ainsi la visibilité, la complémentarité et la transversalité des thématiques abordées.

Les membres de l'unité sont activement impliqués dans la vie académique et scientifique nationale : plusieurs siègent dans des sections du CNU et participent régulièrement dans les comités de recrutement des enseignants-chercheurs ou sont fréquemment sollicités pour participer dans les jurys de soutenance de thèse et

d'habilitation à diriger des recherches (HDR). Ils contribuent également à des comités d'évaluation du Hcéres ainsi qu'à des expertises de projets soumis à l'ANR, l'ERC ou divers programmes du CNRS (EC2CO, notamment). Un membre de l'unité a également participé à l'Expertise Scientifique Collective «Phytopharmaceutiques Biodiversité et Services Ecosystémiques».

Plusieurs membres de l'unité exercent des activités éditoriales au sein de revues scientifiques internationales : Editeur-en-Chef et membre du bureau éditorial de la revue Aquatic Ecology, éditeurs (Frontiers in Microbiology), éditeur invité pour les journaux Diversity et International Journal of Molecular Sciences. Un autre membre assure la direction de publication pour le journal « Espèces ».

Le LMGE a organisé les journées thématiques de l'AFEM (Association Francophone d'Ecologie Microbienne) intitulées «Les microeucaryotes : le chainon manquant des études en écologie microbienne». Cette manifestation, d'envergure internationale, a rassemblé des chercheurs de différentes institutions françaises (e.g. CNRS, INRAE, Génoscope) et étrangères (e.g. Universités de Singapore, d'Uppsala). L'unité a aussi organisé des sessions au SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry).

L'unité promeut activement la science ouverte. L'unité a nommé deux référentes données (une chercheuse CNRS et une enseignante-chercheuse UCA). Elles sensibilisent les membres de l'unité aux enjeux, notamment concernant les revues prédatrices, le cycle de vie de la donnée, la planification de la recherche, PGD, InDoRES, (« Je publie, quels sont mes droits ? », etc.). L'unité utilise le mésocentre du site Clermontois pour le stockage des données. Les chercheurs mettent en place des plans de gestion des données et les membres de l'unité déposent leurs codes sources et leurs procédures sur les sites dédiés (github et le git de l'UCA). Les cahiers de laboratoire électroniques sont utilisés dans le laboratoire par quelques chercheurs.

Concernant la mise en œuvre des principes de l'éthique en recherche, l'unité est accompagnée dans la mise en œuvre de leur politique en matière du respect de la personne humaine par les structures du CHU et par le comité éthique Auvergne en expérimentation animale pour ce qui concerne les animaux. Deux membres participent au comité SBEA (Santé et Bien-Etre Animal) en tant que référentes. Concernant la déontologie et l'intégrité scientifique, les doctorants, leurs encadrants et les membres de l'unité souhaitant soutenir leur HDR doivent suivre obligatoirement des formations organisées par l'Ecole Doctorale.

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

La participation à des projets et collaborations internationales, ainsi qu'à des congrès internationaux, demeure limitée. En particulier, l'unité n'a pas accueilli de post-doctorants dans le cadre de programmes tels que les bourses Marie Curie. Cette situation contribue à restreindre l'ouverture internationale de la structure ainsi qu'aux recrutements extérieurs. En revanche, l'obtention de cinq financements ANR, dont trois ANR PRME, atteste de la solidité et de la compétitivité scientifique des équipes. Cependant, cette réussite pourrait traduire une dynamique davantage tournée vers le développement interne qu'à une ouverture à des partenariats nationales et internationales plus larges.

La participation du personnel d'appui à la recherche à la co-signature des publications reste inégale selon les équipes, traduisant une certaine hétérogénéité dans la reconnaissance et la valorisation de leurs contributions scientifiques.

L'implication de l'unité dans les activités éditoriales demeure limitée, malgré la présence de quelques membres investis dans des comités de revues internationales.

Bien qu'une partie des membres de l'unité ait suivi des formations à l'éthique, à la déontologie et à l'intégrité scientifique, il serait pertinent d'élargir cette dynamique à l'ensemble du collectif. L'organisation de séminaires ou webinaires internes permettrait de renforcer la sensibilisation commune à ces enjeux essentiels et de promouvoir une culture partagée de l'intégrité scientifique au sein du LMGE.

## DOMAINE 3 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

L'inscription de l'unité dans la société est remarquable en ce qui concerne à la fois la présentation des activités de recherche dans les arènes de la médiation scientifique et les interactions établies avec les acteurs du monde socio-économique du site Clermontois au travers notamment de dépôts de déclaration d'invention pour des développements technologiques.

1/ L'unité se distingue par la qualité de ses interactions avec le monde culturel, économique et social.

2/ L'unité développe des produits et des services 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

Le LMGE a été membre du réseau thématique pluridisciplinaire Innovation et Valorisation en Sciences de l'Ecologie et de l'Environnement du CNRS, ce qui témoigne de son investissement dans les actions de transfert entre recherche fondamentale et appliquée. Ce réseau a pour but d'établir un état des lieux et d'émettre des recommandations pour que les sciences de l'écologie et de l'environnement puissent être clairement identifiées comme une ressource incontournable d'actions et de solutions innovantes.

L'unité présente des interactions privilégiées et historiques avec une entreprise (AFYREN) et un bureau d'étude (ATHOS Environnement) respectivement spécialisés dans l'ingénierie en microbiologie des procédés pour la valorisation de la biomasse non alimentaire et dans la métrologie des milieux aquatiques et continentaux.

AFYREN et ATHOS Environnement collaborent avec le LMGE dans le cadre de contrats Cifre, de projets appliqués (e.g. Programme région NOLIMIT). Ces deux entreprises ont été créées par trois anciens doctorants du LMGE, preuve du bon ancrage territorial des activités du LMGE et de son ouverture vers le monde économique.

Le laboratoire a établi des contrats avec les entreprises GreenTech, Invers, Saint-Gobain, Michelin via la signature de trois contrats Cifre et de CDDs assortis de crédits de fonctionnement.

Il est à noter le dépôt d'un brevet sur l'exploitation d'une souche microbienne présentant une activité de biométhanisation. Ce brevet est actuellement exploité par une startup. De plus, une déclaration d'invention a été rédigée et remise à CNRS Innovation par l'Université afin de protéger le développement de flacons innovants avant leur exploitation par la société Idylle.

Le laboratoire LMGE a missionné l'un de ses enseignants-chercheurs pour coordonner les actions à destination du grand public, ce qui permet d'organiser et centraliser les informations relatives à cet axe de plus en plus important dans la politique des structures de recherche.

Globalement, le laboratoire est très investi dans la médiation scientifique et la transmission de ses connaissances scientifiques auprès des publics scolaires ou universitaires, tel que leur exposition sur la santé des abeilles, en cours lors de la visite du comité en novembre 2025.

Le LMGE diffuse régulièrement les résultats de ses recherches lors de conférences grand public. Les actions de vulgarisation scientifique prennent également la forme de publications dans des journaux de presse scientifique, tels que Epsiloон, Géo ou Espèces dont l'un des membres du laboratoire est directeur de publication, mais également d'émissions radiophoniques/podcast ou de documentaires diffusés sur les chaînes nationales de Radio France et France Télévisions.

L'unité participe de façon récurrente à La Fête de la Science en proposant plusieurs ateliers et prend part à diverses manifestations locales. Elle est également organisatrice de plusieurs évènements sciences-société (Journées H2O, Soirée PharmAqua, Science et Eau en Auvergne).

Pour l'organisation de ces actions, le laboratoire peut s'appuyer sur différentes structures comme le DIPEE ou la Maison pour la Science en Auvergne. C'est avec cette dernière qu'a été mise en place des actions de formation continue scientifique pour les enseignants du premier et second degré.

Concernant les actions plus spécifiques en direction des scolaires, plusieurs membres du laboratoire participent au jury des Olympiades de Biologie ou accueillent des collégiens (stages de 3ème) et des lycéens (stages de 2nd) avec pour objectif la découverte de la diversité des métiers de la recherche.

Enfin, une approche Art et Science est également soutenue par la structure, fruit d'une rencontre entre un scientifique expert des protistes et un céramiste spécialiste de la technique raku.

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

À travers notamment le développement en cours de méthodologie pour le suivi de contaminants dans les eaux, le laboratoire pourrait saisir de nouvelles opportunités en termes de dépôt, mais aussi d'exploitation de brevet.

Les contributions des différentes équipes au partage des connaissances avec le grand public et les populations scolaires sont inégales. Une équipe n'a mentionné aucun investissement sur cette thématique et une seule équipe précise qu'elle accueille des stagiaires du secondaire.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

La trajectoire de l'unité LMGE paraît tout à fait pertinente. Pour le prochain contrat, Frédéric Delbac (Pr UCA) prendra la direction de l'unité. Mme Corinne Petit, chercheure CNRS, actuelle Directrice Adjointe, poursuivra son engagement à ce poste. Ce binôme permettra la représentation des deux tutelles du LMGE (l'Université Clermont Auvergne et le CNRS) et assurera la continuité tout en permettant l'évolution des orientations stratégiques de l'unité.

Dans la continuité de la structure de l'unité actuellement en place, le LMGE gardera l'organisation existante qui repose sur une gouvernance collégiale et sur leur réseau important de chargés de mission (prévention, communication, formation, informatique, qualité, valorisation, égalité et prévention des risques psychosociaux, développement durable et relations internationales). La direction de l'unité souhaite inviter des responsables de structures transversales aux réunions du conseil de laboratoire pour s'assurer de l'intégration des dynamiques collectives locales et régionales du site Clermontois dans des projets scientifiques de l'unité. Les conseils «vie du laboratoire» et «animation scientifique/communication», qui renforcent la cohésion interne, la qualité de vie au travail et la dynamique collective, seront aussi maintenus.

Les recherches menées par l'unité resteront dans la continuité et se reposeront sur les six équipes existantes dans le contrat en cours. Une seule équipe changera de responsable (Interactions Hôtes-Parasites), le responsable F. Delbac prenant la responsabilité de direction de l'unité, il sera remplacé par H. El Alaoui. Les six équipes proposent de poursuivre leurs activités de recherche autour des trois grandes thématiques structurantes positionnées à l'interface des domaines de la microbiologie, de l'écologie et de la santé : 1) Diversité microbienne et interactions hôtes-parasites - qui porte sur la caractérisation de la diversité des microorganismes, leurs fonctions et leurs stratégies d'interaction avec les hôtes, en particulier dans les contextes infectieux et symbiotiques ; 2) Microbiologie pour la santé et écotoxicologie qui vise à mieux comprendre l'impact des facteurs environnementaux et anthropiques (polluants, pathogènes, changements globaux) sur la santé des organismes et des écosystèmes, avec une attention particulière portée à la santé humaine et animale dans une approche «One Health», 3) Écologie trophique et fonctionnelle qui s'intéresse aux rôles des microorganismes dans le fonctionnement des réseaux trophiques et des écosystèmes, en explorant les flux de matière et d'énergie, ainsi que les services écosystémiques associés.

L'unité est constituée d'une forte composante d'enseignants-chercheurs avec un ancrage fort dans la formation à la recherche et dans l'encadrement doctoral, qui continuera pour le prochain contrat.

L'unité propose de renforcer davantage les interactions inter-équipes et d'aller vers plus d'interdisciplinarité en s'appuyant sur leur rôle d'animation dans les plateformes et fédérations au niveau du site Clermontois. L'unité se propose aussi d'être acteur dans le projet de création d'une nouvelle Fédération en Données, Intelligence Artificielle et leur application (Data4IA). Ceci permettra aussi de soutenir l'intégration de l'IA dans les travaux de l'unité et permettra de renforcer les capacités d'analyse des équipes. L'arbitrage récent d'un poste de Maître de Conférences à l'unité dans le thématique de l'IA renforcera l'émergence de cette thématique dans l'unité.

L'unité continuera de développer ses liens avec le monde socio-économique (e.g. BioUpp, Idylle et Saint-Gobain, Michelin) et avec les collectivités territoriales (Clermont Auvergne Métropole). L'unité continuera ses activités de SAPS et de science ouverte à travers la bancarisation des données et des scripts dans les sites ouverts.

## RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

### RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE DOMAINE 1 : OBJECTIFS SCIENTIFIQUES, ORGANISATION ET RESSOURCES DE L'UNITE

Au cours du prochain contrat, il y aura plusieurs départs à la retraite. Ceci risque de fragiliser certaines thématiques de recherche, voire certaines équipes dans leur ensemble. Il sera nécessaire pour l'unité de mettre en place des stratégies proactives pour faire face aux risques que cette situation peut engendrer. L'arrivée récente de deux chercheurs CNRS en mobilité/mission longue durée et le recrutement récent d'une CPJ UCA sont très positifs pour l'unité. Cependant, et nonobstant ces recrutements, il est recommandé que l'unité mène des réflexions avec tous ses membres pour faire émerger une stratégie pertinente scientifiquement mettant en valeur les spécificités de l'unité.

Il est recommandé de réfléchir à un binôme pour co-animer les équipes. Une telle collaboration permettra d'assurer une transition de responsabilités dans un contexte de départ à la retraite, tout en assurant un partage des tâches de gestion d'équipe.

L'intégrité scientifique, la déontologie de la recherche et la science ouverte sont essentielles dans la recherche. Il convient de continuer à sensibiliser tous les membres de l'unité aux principes de l'intégrité scientifique et de la déontologie et de promouvoir la science ouverte.

### RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE DOMAINE 2 : LES RESULTATS, LE RAYONNEMENT ET L'ATTRACTIVITE SCIENTIFIQUES DE L'UNITE

Il apparaît essentiel que le laboratoire profite pleinement des recrutements récents et à venir afin de consolider ses compétences, renforcer ses dynamiques scientifiques et capitaliser sur ces ressources pour construire durablement le laboratoire de demain.

L'attractivité de l'unité demeure encore trop restreinte au niveau local. Il sera essentiel d'élargir son rayonnement, notamment à l'échelle nationale et internationale, car l'unité semble peu attractive pour les post-doctorants. L'unité est encouragée à développer des stratégies d'attractivité permettant de recruter des candidats de haut niveau, notamment en s'appuyant sur des dispositifs internationaux tels que les bourses postdoctorales Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) financées par l'Union européenne. Il sera important de saisir toutes les opportunités pour améliorer la visibilité de l'unité au niveau européen et international par la participation aux projets et réseaux internationaux, afin d'entrer dans un cercle vertueux favorisant l'arrivée de candidats postdoctoraux pouvant être présentés aux concours du CNRS.

Il serait souhaitable, à l'avenir, de réduire la proportion d'articles publiés dans des revues identifiées comme potentiellement prédatrices, conformément aux recommandations des agences d'évaluation et des bonnes pratiques internationales en matière de publication scientifique.

### RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE DOMAINE 3 : INSCRIPTION DES ACTIVITES DE RECHERCHE DANS LA SOCIETE

Il est recommandé que l'unité reste vigilante aux nouvelles opportunités de déclaration d'invention et de dépôt de brevet pour valoriser leurs recherches. L'unité est très investie dans le partage des connaissances avec le grand public et les populations scolaires, mais l'implication des équipes dans ces actions est inégale. L'unité est encouragée à poursuivre ces actions et à les amplifier.

# ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

**Équipe 1 :** Biodiversité Microbienne et Adaptations Fonctionnelles (BioAdapt)

Nom du responsable : M. Joan Artigas

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe BioAdapt explore la biodiversité et les adaptations fonctionnelles des communautés microbiennes et virales en milieux aquatiques. Elle analyse leur diversité, leurs interactions avec l'environnement et leur rôle dans les cycles biogéochimiques, avec une expertise forte sur les virus géants. Ses recherches reposent sur des approches intégrées (génomique, bioinformatique, cytométrie, microscopie) et un réseau actif de collaborations nationales et internationales. Trois axes structurent ses travaux : diversité et activité virales (dont la création de la base PHROG), diversité et métabolisme microbien face aux perturbations, et interactions microbiennes au sein des écosystèmes aquatiques.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

À la suite de la précédente évaluation, l'équipe BioAdapt a engagé plusieurs actions concrètes pour répondre aux recommandations formulées. Elle a d'abord recentré ses recherches autour de thématiques communes, développant des projets fédérateurs tels que l'étude des métabolismes microbiens dans les plantes à phytotelmes, impliquant plusieurs de ses membres. Le renforcement des collaborations inter-équipes constitue un autre point marquant : avec CMES sur les métabolismes microbiens (projets ANR MEMENTO et CEREALS), avec MEB et IRTA sur la diversité femtoplanktonique (projet MITI blanc), ou encore via la mise en place d'un « pôle culture » commun avec CMES pour l'isolement de souches microbiennes.

Ces dynamiques ont contribué à une progression notable de la production scientifique des doctorants, qui signent désormais en moyenne 1,35 articles par an, contre moins d'un auparavant. L'équipe a également poursuivi et diversifié ses actions de vulgarisation scientifique, par la réalisation de documentaires grand public, l'organisation d'événements sciences-société et la publication d'articles de médiation. Enfin, BioAdapt a consolidé sa visibilité internationale grâce à des partenariats et des projets européens menés avec des laboratoires étrangers.

Ces évolutions témoignent d'un véritable effort collectif qui a permis de dynamiser l'équipe, d'accroître sa production scientifique et de renforcer son attractivité, tout en répondant de manière constructive aux recommandations de l'évaluation précédente.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maitres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	5
Praticien hospitalier	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>14</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels non permanents d'appui à la recherche	0
Post-doctorants	0
Doctorants	4
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>5</b>
<b>Total personnels</b>	<b>19</b>

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe BioAdapt a un bilan excellent voire remarquable, pour la période d'évaluation. Ainsi, entre 2019 et 2024, BioAdapt s'est affirmée comme un pôle reconnu en écologie microbienne et virale, associant excellence scientifique, ancrage territorial, collaborations internationales et diffusion des savoirs. Les marges de progression concernent l'accueil de post-doctorants, la diversification des financements européens et la formalisation de la stratégie partenariale avec le monde socio-économique.

## Points forts et possibilités liées au contexte

Entre 2019 et 2024, l'équipe BioAdapt a renforcé ses moyens humains, financiers et techniques, consolidant ainsi sa dynamique scientifique et son rayonnement international. Elle a mobilisé 1 197 M€, majoritairement issus de : deux financements européens en partenariat (montant total 370 k€, dont projet Virus-X du programme Horizon 2020 287 k€ et un projet FEDER Interreg POCTEFA et Plasticopyr) ; 16 financements nationaux (montant total 581 k€, dont trois ANR (une coordonnée, Potentiel des biofilms de rivière à dégrader l'herbicide glyphosate, BIGLY) et plusieurs projets issus des programmes MITI, CNRS INEE (EC2CO, RECOTOX) et sept financements locaux ou régionaux tous portés par l'équipe (montant total 186 k€, I-SITE IRC-SAE, Fédération en environnement). Cette diversité de financements, où l'équipe a été partenaire mais aussi coordinatrice, témoigne de la reconnaissance de ses recherches.

Les effectifs sont passés de 11 à 14 titulaires, réunissant dix chercheurs et enseignants-chercheurs (dont 6 HDR) et quatre Biatss/ITA. L'arrivée de trois nouveaux permanents (1 DR, 1 PR, 1 IE) et la présence de quatre doctorants ont élargi les compétences de l'équipe. Toutefois, l'absence de post-doctorants demeure un point faible, limitant son attractivité et sa capacité à développer de nouveaux axes.

L'équipe bénéficie d'un accès privilégié à des infrastructures de pointe : la plateforme CYSTEM, co-animée par deux de ses membres, proposant des outils de cytométrie et de microscopie électronique dédiés à l'étude des communautés virales ; la plateforme Culturomique (SysMic), mobilisée pour l'isolement et la caractérisation des microorganismes ; et la plateforme interne de culture et conservation des microorganismes de l'environnement, équipée d'enceintes thermorégulées, micromanipulateurs et instruments analytiques (HPLC). S'y ajoutent le mésocentre de calcul pour les analyses bioinformatiques et métagénomiques, ainsi que des dispositifs de terrain comme le réseau de capteurs du lac d'Aydat et la participation à des observatoires nationaux (RESEAUX, lacs volcaniques, ZA Territoires Uranifère).

L'équipe BioAdapt est fortement impliquée dans les missions de formation de l'Université Clermont Auvergne. Ses membres assurent d'importantes responsabilités pédagogiques, notamment la co-responsabilité du parcours Sciences de la Vie et de la Terre, et la responsabilité de seize unités d'enseignement couvrant la Licence et plusieurs parcours de Master (environnement, microbiologie, bioinformatique). L'équipe joue également un rôle actif dans la formation par la recherche : six membres ont une HDR et assurent un encadrement continu de doctorants et de stagiaires. Entre 2019 et 2024, BioAdapt a encadré dix thèses ainsi que plusieurs stages de Master et un post-doctorat, attirant des étudiant·es issu(e)s de formations locales, nationales et internationales. Par ailleurs, BioAdapt contribue à la formation continue et à la diffusion scientifique auprès du grand public via la Maison pour la Science en Auvergne et l'École des Sciences de Châteauneuf-les-Bains. La politique d'accueil est dynamique, en particulier pour les doctorants : six thèses soutenues et quatre en cours, avec une production soutenue (1,35 article par doctorant et par an en moyenne). Les doctorants sont bien intégrés aux projets et visibles à l'international.

La visibilité scientifique et internationale de BioAdapt est forte. Ses membres interviennent dans des congrès (15 conférences, sept à l'étranger) et institutions de premier plan (27e congrès de cytométrie, Micalis Institute), organisent des sessions thématiques (SETAC) et co-organisent des formations internationales (Training School en Allemagne). Ils participent activement à des réseaux (COST Action ParaQua, projet européen PELAGICS), siègent dans des comités scientifiques (Anses, jurys de concours de recrutement, HDR) et assurent des responsabilités éditoriales dans des revues de microbiologie et d'écologie aquatique (Editor-In-Chief dans Aquatic Ecology, review Editor dans Frontiers in Microbiology, editorial board member dans Aquatic Ecology ou Guest Editor pour le journal Diversity).

La production scientifique est soutenue, avec 112 articles originaux publiés en cinq ans, dont 60 % dans les meilleures revues internationales, complétés par cinq articles nationaux, deux synthèses et sept chapitres d'ouvrages. Les publications incluent des revues prestigieuses (Nature, Microbiome, Environmental

Microbiology, Nature Biotechnology, FEMS Microbiology Letters, Scientific Reports). La forte présence en position de premier ou dernier auteur (82 %) souligne son rôle moteur. Une majorité de publications (74 %) est co-signée avec des collaborateurs hors LMGE, dont 25 % internationales, confirmant une ouverture croissante. Parmi ces nombreux résultats démontrant l'excellence scientifique de l'équipe BioAdapt dans le domaine de l'écologie microbienne et virologique, soulignons deux publications illustrant des travaux publiés dans des revues de premier ordre. L'étude publiée dans la revue Nature en 2020 en collaboration avec l'Université de Berkeley (CA, USA) a permis d'identifier des phages géants avec des génomes de taille exceptionnelle, rivalisant avec ceux de petites bactéries. Ces travaux ont également révélé des mécanismes évolutifs uniques, notamment la capacité des phages à détourner la biologie de leurs hôtes. Une étude publiée dans NAR Genomics and Bioinformatics Terzian en 2021 présente une base de données innovante, PHROG, qui regroupe les familles de protéines virales, offrant ainsi une avancée significative pour l'annotation fonctionnelle des génomes viraux.

Enfin, BioAdapt développe des interactions avec le monde socio-économique : participation à des projets collaboratifs avec des entreprises et des ONG (Virus-X, Plasticopyr), actions de sciences participatives (classification de plastiques avec le public en Espagne) et activités de sensibilisation notamment auprès des scolaires.

## Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe reste encore fortement dépendante de financements nationaux, ce qui souligne la nécessité de renforcer sa capacité à obtenir des financements européens et internationaux afin de consolider son positionnement à l'échelle internationale. Par ailleurs, le vieillissement des effectifs et les départs à la retraite à court terme font peser un risque de fragilisation si les remplacements ne sont pas assurés. Enfin, malgré sa production scientifique et sa visibilité internationale, l'équipe présente une attractivité limitée pour les post-doctorants et jeunes chercheurs, ce qui constitue un frein au renouvellement et au dynamisme de ses effectifs.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'ÉQUIPE

L'analyse de la trajectoire de l'équipe BioAdapt met en évidence une stratégie ambitieuse et cohérente pour le prochain quinquennat, articulée autour de trois grandes orientations.

La première concerne la diversité virale et l'étude des virus géants. L'équipe prévoit de poursuivre et d'intensifier ses recherches sur la diversité et l'activité des virus dans les milieux aquatiques, avec un accent particulier sur les virus géants. Elle développera l'isolement de couples virus-hôtes afin de mieux comprendre les dynamiques d'infection et leurs impacts écologiques, en s'appuyant sur des collaborations nationales et internationales déjà solides.

La deuxième orientation porte sur les interactions microbiennes et l'impact du changement climatique. BioAdapt s'attachera à analyser les interactions entre bactéries, champignons et plantes dans différents contextes écologiques, notamment les phytotelmes et les biofilms. L'effet du réchauffement climatique sur ces interactions constituera un axe fort, soutenu par des partenariats européens tels que le programme Biodiversa. L'équipe contribuera également à la Zone Atelier Territoires Uranifères (ZATU), offrant un cadre structurant pour explorer la résilience et les capacités d'adaptation des communautés microbiennes.

La troisième orientation s'ouvre sur la biodiversité atmosphérique et le continuum hydrologique, portée par l'intégration récente d'un directeur de recherche. L'objectif est d'étudier la diversité microbienne de l'atmosphère et ses interactions avec les écosystèmes aquatiques, en analysant les flux de matière et d'énergie entre air et eaux de surface. Ces travaux bénéficieront d'infrastructures internationales comme le réseau ACTRIS et renforceront les liens interdisciplinaires de l'équipe.

Plusieurs atouts soutiennent cette trajectoire : une expertise diversifiée en écologie microbienne, virologie, génomique, bioinformatique et écophysiologie ; des partenariats internationaux déjà établis en Europe (Suède, Espagne, etc.) ; l'ancre dans des projets structurants (ZATU, programmes européens) qui ouvrent de nouvelles perspectives de financement ; enfin, les recrutements récents élargissent les compétences et apportent de nouvelles dynamiques.

En conclusion, la trajectoire de BioAdapt apparaît ambitieuse, structurée et alignée sur des enjeux environnementaux et scientifiques majeurs.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Des défis demeurent pour l'équipe BioAdapt. La multiplicité des thématiques, bien que complémentaires, comporte un risque de dispersion des efforts si une priorisation claire n'est pas mise en place. Il est recommandé de définir des priorités stratégiques afin de préserver la cohérence et l'impact scientifique des travaux.

L'équipe devra également renforcer ses collaborations internationales, non seulement pour accroître sa visibilité, mais aussi pour diversifier ses sources de financement au-delà des soutiens nationaux.

Un enjeu majeur concerne l'attractivité vis-à-vis des jeunes chercheurs. L'absence de post-doctorants constitue un frein au développement de nouveaux axes et à la consolidation de sa dynamique scientifique. L'accueil accru de doctorants et de post-doctorants sera déterminant pour soutenir la réalisation des projets ambitieux de l'équipe et pour préparer le renouvellement des compétences face au vieillissement de certains effectifs. En consolidant ses collaborations, en élargissant sa base de financements et en veillant à maintenir une approche intégrée et ciblée, l'équipe est bien positionnée pour poursuivre des avancées significatives en écologie microbienne et en biogéochimie dans les années à venir.

**Équipe 2 :**

Communautés Microbiennes : Ecotoxicologie-Santé (CMES)

Nom du responsable : M. Philippe Bouchard

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe CMES réalise une recherche originale transversale dans un continuum Environnement-Santé en combinant des approches d'écologie microbienne et clinique. L'équipe rassemble des universitaires et des personnels hospitalo-universitaires offrant une réelle plus-value au travail réalisé qui s'inscrit pleinement dans l'approche One Health (i. e., penser la santé à l'interface entre celle des animaux, de l'Homme et de leur environnement). L'équipe se structure autour de quatre thèmes de recherche. Le thème Ecotoxicologie étudie la réponse de biofilms aquatiques à différents contaminants, développe des processus de bioremédiation à partir de souches microbiennes et utilise la volatolomique comme biomarqueurs d'exposition à un stress. Le thème Biofilm et infectiologie s'intéresse aux déterminismes génétiques, moléculaires et physiologiques de la constitution du biofilm en étudiant des souches cliniques isolées, des microbiotes intestinaux et la réponse immunitaire de l'hôte. Le thème Epidémiologie environnementale se concentre sur les flux de polluants, les flux de gènes et les flux de pathobiontes dans un continuum hôpital-stations d'épuration-eaux de réemploi. Enfin, le thème Anti-infectieux développe de nouvelles approches anti-microbiennes innovantes au moyen de biomolécules et de manipulations génétiques.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe CMES s'est efforcée de répondre aux différentes recommandations du précédent rapport. La dimension d'internationalisation des activités des équipes jugée insuffisante a été renforcée par la coordination d'une ANR Franco-allemande, mais cet effort doit être poursuivi. Le développement de convergences thématiques entre les approches environnementales et cliniques est réel et se traduit à travers des actions au sein du Pôle de l'Eau et de la Fédération de Recherches EAU. L'équipe s'est emparée du concept One Health avec des collaborations au sein du LMGE. L'équipe CMES est impliquée dans diverses actions d'expertises (ANR, CNRS, ERC, Hcéres) et de concours.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maitres de conférences et assimilés	6
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	4
Praticien hospitalier	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>16</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels non permanents d'appui à la recherche	1
Post-doctorants	0
Doctorants	4
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>6</b>
<b>Total personnels</b>	<b>22</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe CMES a un bilan excellent pour la période d'évaluation. L'équipe mène une recherche scientifique originale d'excellente qualité combinant des aspects fondamentaux, cliniques et appliqués. Cette pluridisciplinarité lui permet de s'emparer des problématiques complexes liant l'environnement à la santé autour du concept One Health, notamment au travers de son expertise sur le genre *Klebsiella*. L'équipe CMES réalise une très bonne valorisation de son activité de recherche avec 72 articles scientifiques (dont 27 en tant que premier auteur ou dernier auteur de correspondance) et 176 articles de recherche clinique ainsi qu'un chapitre d'ouvrage publiés sur la période 2019-2024. L'équipe CMES a été coordinateurs de six contrats de recherche importants (>100 k€) avec des sources de financement diversifiées (ANR, partenariat privé, FEDER, Région). L'équipe présente également une très bonne dynamique de formation par la recherche avec l'encadrement de cinq thèses soutenues.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les thèmes de l'équipe CMES constituent un ensemble cohérent et original, soutenu par des expertises complémentaires dans les domaines de l'environnement et hospitalier. La mise en place de différentes structures fédératives contribue aux collaborations entre les différentes équipes du LMGE et plus largement au sein de l'UCA. L'équipe CMES est ainsi à l'initiative de la Fédération de recherche Systèmes Microbiens en 2020. Le spectre large des activités de l'équipe lui permet de soumettre des projets de recherche à différentes agences de financement incluant des partenariats avec des industriels ou des entreprises du domaine de la santé.

Entre 2019 et 2024, l'équipe CMES a renforcé ses moyens humains, financiers et techniques, consolidant ainsi sa dynamique scientifique et son rayonnement international. Elle a mobilisé près de 2,5 M€, issus d'un financement européen coordonné (ANR France-Allemagne, GENDARM), neuf financements nationaux et régionaux (une ANR en collaboration) et locaux (Emergence UCA). Des contrats de prestation de service avec la société Saint-Gobain sont régulièrement renouvelés.

La production scientifique est excellente avec la publication de 72 articles issus de la recherche fondamentale et appliquée et 176 articles de recherche clinique issus de résultats hospitalo-universitaire et un chapitre d'ouvrage. 209 publications où seule l'équipe CMES est référencée dans le fichier HAL dont 60 publications pour lesquelles l'équipe est signataire.

Les projets de recherche sont originaux à l'instar du projet ANR franco-allemand GENDARM visant à développer des outils moléculaires innovants pour cibler spécifiquement les gènes de résistance aux antibiotiques afin de restaurer la sensibilité de ces bactéries sans perturber les autres membres des communautés microbiennes. L'analyse de biofilms à *Klebsiella pneumoniae* a démontré un lien entre la résistance de ces agrégats et la régulation de l'homéostasie des lipides membranaires (mBio 2024). Les biofilms présents dans les effluents hospitaliers constituent des écosystèmes complexes où se rencontrent des bactéries pathogènes et environnementales, favorisant ainsi l'émergence et/ou la dissémination de gènes de résistance aux antibiotiques (Plasmid 2022).

Les doctorants sont bien impliqués dans la production scientifique de l'unité en étant coauteur de 22 % des articles scientifiques (hors recherche clinique). En étant essentiellement constituée d'enseignants-chercheurs, l'équipe est logiquement fortement impliquée dans les actions de formation avec différentes responsabilités (ex. doyen UFR Pharmacie, responsabilités de parcours de Master, de Licence, et de 2ème cycle des études médicales).

L'équipe présente un très bon rayonnement au niveau national en participant régulièrement à des comités d'expertise de projets nationaux et internationaux (n=16), ainsi qu'à des COS pour le recrutement d'enseignants-chercheurs (n=7), à des jurys de thèse ou d'HDR (n=38) et en étant membre de l'Académie Nationale de Pharmacie et de la section 86 du CNU.

L'équipe présente un très bon ancrage au niveau des collectivités territoriales avec par exemple la participation à un Laboratoire d'Innovation Territorial Grandes cultures en Auvergne afin de développer des solutions de bioremédiation en sélectionnant des souches ou consortia microbiens capables de dégrader les pesticides. L'équipe CMES bénéficie pour cela de la plateforme de culturomique rattachée à la Fédération des Recherches «Systèmes Microbiens» (SysMic) de l'UCA et mise en place dans le cadre du CPER «Biotic».

Cette plateforme rassemble des équipements variés et innovants (ex. dispositif microfluidique, PCR digitale, MALDI-TOF MS, lecteur de multiplaques) rassemblés dans un bâtiment récemment rénové et fonctionnel.

L'équipe CMES est bien impliquée dans les interactions avec le grand public et les débats de sociétés avec des thématiques de recherche sociaux-écologiques qui s'y prêtent bien. L'équipe organise ainsi chaque année des événements pour la Fête de la Science, a participé à la construction et à l'animation d'actions de formation continue scientifiques à destination d'enseignants du 1er et 2nd degré, et a été commissaire d'une exposition « Formes vivantes » en 2022 mettant en lumière les liens qui unissent le monde minéral, issu de la terre et le monde du vivant, de l'organique, animal et végétal.

## Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe CMES va être fragilisée par un nombre important de départs à la retraite à horizon de quatre ans avec le départ du seul chercheur, de trois PH et d'un enseignant-chercheur. Ces départs vont particulièrement affecter la recherche clinique (maintien d'un seul PH). Compte tenu des sujets de recherche à des niveaux d'organisation biologiques très différents, cela constitue un facteur à risque au maintien de l'ensemble des activités.

L'équipe accueille un nombre insuffisant de post-doctorants dont l'activité pourrait favoriser le dynamisme de l'équipe.

Les échanges entre les membres de l'équipe sont compliqués par leur présence sur deux sites. Compte tenu de la diversité des expertises, cela peut constituer un frein au bon fonctionnement de l'équipe.

Aucun dépôt de brevet n'a été effectué sur la période d'évaluation malgré une activité de recherche comportant une composante appliquée et la collaboration avec plusieurs partenaires privés.

Mis à part le projet ANR franco-allemand GENDARM, l'ancrage de l'équipe CMES à l'international semble faible. Aucune invitation à des congrès internationaux, participation à l'organisation de congrès, responsabilité éditoriale, distinction scientifique à l'international n'est indiquée.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'ÉQUIPE

L'équipe CMES subira un nombre important de départs à la retraite durant les quatre années à venir avec le départ du chercheur, de trois PH et de deux enseignants-chercheurs. En cas de non-rempacement, l'équipe verra ainsi son effectif divisé par deux, impactant particulièrement le volet de sa recherche clinique. L'équipe propose fort justement de resserrer ses activités de recherche autour de trois thèmes reposant sur ses compétences sur l'ingénierie des microbiotes et des biofilms. La première thématique est axée sur la dynamique et la physiopathologie des pathobiontes au sein des biofilms. Cette recherche sera menée sur l'écosystème du microbiote humain avec le maintien de l'étude du modèle *Klebsiella* comme pathogène opportuniste au sein des biofilms. La thématique Observatoire de la virulence visera à explorer le continuum hôpital-station d'épuration-eau de réemploi en focalisant les travaux sur la caractérisation phénotypique de souches de pathobiontes (notamment les genres *Citrobacter* et *Klebsiella*) isolées de ces différents environnements. La thématique Remédiation et stratégies anti-infectieuses innovantes s'inscrit dans la continuité des travaux de l'équipe sur les techniques de remédiation microbienne et le développement de stratégies anti-infectieuse en ajoutant un volet restauration des microbiotes humain par l'utilisation de probiotiques.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe CMES doit renforcer le recrutement de post-doctorants de qualité pouvant ensuite être présentés aux concours CR au CNRS ou aux possibles ouvertures de postes d'EC. L'équipe doit veiller à conserver une composante santé suffisante afin de maintenir sa transversalité.

Des actions d'animation scientifique doivent être menées afin de faciliter la communication au sein de l'équipe compte tenu des difficultés liées à la présence sur deux sites.

L'équipe doit renforcer ses collaborations internationales et notamment européennes afin de lui permettre de rejoindre des programmes de recherche internationaux de plus grande envergure et augmenter sa visibilité à l'international.

L'équipe est encouragée à renforcer la valorisation de ses recherches par le dépôt de brevets lorsque cela s'y prête.

**Équipe 3 :**

Epidémiologie et Pathogénie des Infections à Entérovirus (EPIE)

Nom du responsable : M. Jean-Luc Bailly

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe EPIE mène des recherches sur les entérovirus à l'interface de la santé humaine et de l'environnement. Elles s'articulent autour de trois axes principaux. Le premier axe a pour objectif de faciliter la surveillance épidémiologique des infections communautaires et la diffusion des microorganismes entériques dans l'environnement. Au travers de cet axe, l'équipe a initié des travaux pour le suivi des entérovirus dans les eaux usées mais son expertise a également été largement sollicitée pour les suivis du SARS-CoV2 suite à la pandémie de COVID-19. Le second axe porte sur l'épidémiologie clinique, moléculaire et la génomique comparative. Cette activité est en lien étroit avec les activités d'expertise des membres de l'équipe au sein du Centre National de Référence et du consortium européen ENPEN. Le troisième axe se focalise sur la physiopathologie des enterovirus en étudiant notamment leur tropisme cellulaire ainsi que le franchissement des barrières.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Deux recommandations principales avaient été formulées durant le précédent mandat.

Tout d'abord, il avait été demandé à l'équipe de fournir des efforts pour obtenir des contrats nationaux et européens. Le bilan présenté lors de cette nouvelle période atteste de leur réponse remarquable à ce point particulier puisque l'équipe a obtenu neuf contrats, dont les 2/3 en tant que coordinatrice ; elle coordonne notamment un financement du Fonds européen de développement régional et a obtenu une bourse de thèse via des financements européens (MSCA).

Ensuite un renforcement de l'équipe avait été conseillé. En effet il s'agit d'une petite équipe marquée par le départ à la retraite de deux enseignants-chercheurs. L'équipe n'a pas pu répondre entièrement à cette recommandation, mais des démarches encourageantes ont été entreprises. En effet, les postes laissés vacants suite aux départs à la retraite ont été temporairement remplacés par l'arrivée de deux assistants hospitalo-universitaires destinés à évoluer prochainement pour venir reconstituer le pool d'enseignants-chercheurs. D'autre part, un technicien CNRS est venu soutenir les activités de recherche de l'équipe.

Répondant à d'autres points du précédent rapport, la communication au sein de l'équipe a été améliorée par la tenue de réunions régulières. Des efforts ont été menés visant à son intégration au sein du LMGE par un investissement particulier dans l'écologie de la santé via un axe de recherche portant sur la surveillance épidémiologique des infections communautaires et la diffusion des microorganismes entériques dans l'environnement.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maitres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	4
Praticien hospitalier	2
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>10</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels non permanents d'appui à la recherche	1
Post-doctorants	0
Doctorants	3
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>6</b>
<b>Total personnels</b>	<b>16</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe EPIE présente un bilan excellent pour la période d'évaluation. L'équipe se distingue par l'excellence de ses travaux sur les entérovirus en intégrant à la fois des études portant sur l'écologie de la santé et le suivi des virus dans l'environnement (plus particulièrement les eaux usées) mais également des approches cliniques et épidémiologiques ainsi que la physiopathologie. Pour accomplir cela, EPIE entretient des liens étroits avec le milieu hospitalier et renforce ses relations avec les autres équipes du LMGE. Elle bénéficie d'une forte expertise à l'échelle nationale et internationale. L'équipe collabore étroitement avec d'autres groupements de recherche internationaux et fournit des efforts dans l'acquisition de financements européens. Ses connaissances ont contribué au suivi du virus SARS-CoV2 durant la pandémie de Covid-19. Elle entretient également de très bons liens avec le monde socio-économique.

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est composée de sept enseignants-chercheurs et chercheurs. Parmi eux, trois personnels hospitalo-universitaires ont été recrutés entre 2021 et 2024. Elle bénéficie de l'expertise de quatre personnels techniques permanents (3/4 sont uniquement affectés à l'équipe) et un personnel non permanent. Leurs activités sont un atout pour la dynamique de recherche et d'expertise développée. Actuellement, trois doctorants sont encadrés par l'équipe EPIE. Le soutien du personnel technique à l'équipe est important au vu de ses effectifs et a été renforcé durant la période par l'arrivée d'un agent en mobilité interne.

L'équipe EPIE démontre une forte expertise sur les entérovirus. Son expertise est reconnue à l'échelle nationale par son investissement en tant que centre national de référence ainsi que son implication dans les réseaux et observatoires nationaux. L'équipe est partenaire du réseau national OBEPINE et du Groupement d'intérêt scientifique de l'observatoire épidémiologique dans les eaux usées depuis sa création. Elle est également impliquée dans le réseau européen d'expertise sur les entérovirus (consortium ENPEN « European Non Polio Enterovirus Network »). Les liens étroits entre l'équipe et le monde hospitalier sont un atout puisque deux des trois axes développés sont étroitement liés à ces activités. Dans le contexte de pandémie de Covid-19, l'expertise de l'équipe a été sollicitée pour mener à bien des travaux de surveillance du SARS-CoV2.

L'équipe s'est montrée dynamique dans la formation par la recherche avec l'encadrement de sept doctorants (dont cinq thèses soutenues) et sept stagiaires de Master 2. L'un des personnels hospitalo-universitaires a été récemment recruté comme MCU-PH.

L'équipe a obtenu neuf projets de recherche pour un montant total de 1 135 M€, dont six projets sont portés par les membres de l'équipe. Parmi les ressources majeures de l'équipe, on peut noter la coordination d'un projet de 445,6 k€ (Fonds européens pour le développement régional – FEDER) et sa participation à un projet européen ayant permis l'obtention de financements à hauteur de 439 k€ (Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Networks - ITN-ETN).

L'équipe EPIE a publié 29 articles de recherche entre 2019 et 2024, dont 34 % en premier ou dernier auteur, 38 % en collaboration nationale et près de la moitié de ses travaux (45 %) en collaboration avec des organismes localisés à l'étranger. On note également la publication de 39 autres articles en lien avec les activités hospitalières de l'équipe dont 12,8 % en tant que premier/dernier auteur.

L'ouverture de EPIE sur le monde socio-économique est appuyée par son investissement au sein du comité de suivi de l'Association Syndicale Autorisée des agriculteurs utilisant l'irrigation avec les eaux usées traitées de la station de Clermont Auvergne Métropole durant 4 années consécutives.

### Points faibles et risques liés au contexte

Il s'agit d'une petite équipe composée d'enseignants-chercheurs et de praticiens hospitaliers. De plus, deux départs à la retraite d'enseignants-chercheurs ont marqué la précédente période. Ces départs ont été remplacés par deux assistants hospitalo-universitaires. L'animateur de l'équipe est le seul enseignant-chercheur n'ayant pas d'activités hospitalières. Il porte la majorité des projets affichés (7/9). Étant lui aussi susceptible de partir à la retraite dans les années à venir, son départ pourrait affaiblir l'équipe. D'autre part, l'équipe n'a pas pu bénéficier du soutien de contrats post-doctoraux durant la période d'évaluation. Le nombre d'enseignants-

chercheurs détenteurs de l'HDR a diminué au sein de l'équipe ce qui risque d'altérer sa capacité à accueillir et former de nouveaux étudiants en thèse. Finalement, les projets de grande ampleur se sont terminés en 2023.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'ÉQUIPE

Les trois thématiques proposées dans le projet scientifique de l'équipe sont en continuité directe avec celles précédemment exposées dans leur bilan. Cela se justifie notamment par l'obtention de projets et de bourses dont les objectifs de recherche sont inscrits au sein de ces thèmes. L'équipe a bien justifié les interconnexions existantes entre ces trois thèmes.

La première thématique proposée concerne l'épidémiologie environnementale basée sur la surveillance des eaux usées. Elle cherchera à comprendre comment les paramètres multiples caractérisant les eaux usées pourraient expliquer des dynamiques d'infection virale dans la population générale. Des développements méthodologiques basés sur des approches métagénomique sont également prévus afin d'améliorer les capacités de détection des virus ciblés. L'équipe s'appuiera sur des réseaux nationaux ainsi que sur les travaux initiés au cours d'une thèse financée. Dans cette thématique, l'ouverture initiée vers les coronavirus lors de la précédente période sera poursuivie. Il est à noter que la première et la seconde thématique seront menées en interconnexion afin de lier la circulation de pathogènes dans les eaux usées à la surveillance épidémiо-clinique des patients hospitalisés.

La seconde thématique porte sur l'épidémiologie clinique et moléculaire virale. Il s'agira notamment d'étudier les caractéristiques cliniques et virologiques des infections à entérovirus lors d'infections communautaires ou chez des patients hospitalisés. Par la suite, la dynamique évolutive, la dissémination spatiale des souches et les recombinaisons entre entérovirus seront étudiées. Des modèles d'entérovirus seront privilégiés (A71 et D68) ainsi que les rhinovirus phylogénétiquement proches de ces derniers. Ces travaux s'appuient là encore sur une thèse financée.

La troisième thématique se focalise sur le tropisme immunitaire et le franchissement des barrières cellulaires. Le but sera ici de déterminer les mécanismes du franchissement de la barrière hémato-céphalique humaine par les entérovirus neurotropes. L'entérovirus A71 sera utilisé comme modèle. Cette thématique s'appuie sur un socle de résultats obtenus lors de projets menés au cours de la précédente période en utilisant des modèles de co-culture cellulaire. Le franchissement de la barrière intestinale sera également étudié afin de faire le lien avec la première thématique.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe fait preuve d'une dynamique positive dans ses démarches pour obtenir des financements de recherche et s'intégrer au sein des réseaux internationaux. Elle doit poursuivre ses efforts afin de sécuriser des financements à moyen et long terme. L'acquisition de nouveaux projets de grande ampleur pourrait lui assurer une sécurité financière essentielle pour le déploiement de ses activités.

L'équipe doit poursuivre ses efforts pour se renforcer. Cela pourrait notamment passer par la présentation de candidats aux concours de chercheurs ainsi que par le recrutement de post-doctorants. D'autre part, une réflexion pourrait être lancée afin de motiver le recrutement de co-animateurs-trice d'équipe afin d'assurer une transition de cette activité avant le départ à la retraite de l'animateur actuel. Le travail en binôme pourrait être bénéfique pour de nombreux autres aspects (meilleure communication, suivi des réunions, montée en compétence des enseignants-chercheurs...).

**Équipe 4 :**

Génomique de l'Environnement et Bio-Informatique (MEB)

Nom du responsable : Mme Cécile Lepère

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe MEB explore la diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés microbiennes (bactéries, archées, eucaryotes unicellulaires) dans les écosystèmes aquatiques, en s'intéressant particulièrement à leur rôle dans les réseaux trophiques. Elle étudie des clades énigmatiques d'eucaryotes (i.e. parasites), et également les archées et bactéries impliquées dans les cycles biogéochimiques du carbone et du soufre, combinant approches métagénomiques et expérimentales pour identifier de nouvelles espèces et évaluer leur potentiel applicatif en bioénergie et biotechnologie. Enfin, l'équipe analyse la plasticité génomique et les flux horizontaux de gènes, développant des outils bioinformatiques et expérimentaux pour comprendre l'émergence d'écotypes, la dissémination de gènes d'intérêt et leur impact sur le fonctionnement des écosystèmes et la santé environnementale (One Health).

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Lors de la précédente évaluation, la principale critique formulée concernait la visibilité limitée des activités scientifiques de l'équipe MEB à l'échelle internationale. Afin d'y répondre, plusieurs actions ont été entreprises. L'équipe a renforcé sa participation aux conférences internationales, avec notamment deux interventions en tant que conférenciers invités (Conférence Jacques Monod, septembre 2022 ; Revamped Scientific Outlook of 21st Century, mai 2022). Elle s'est également intégrée à des projets collaboratifs européens, en particulier le projet PELAGICS, qui a déjà conduit à une publication commune de l'ensemble du consortium (Boukheloua et al. 2024, portfolio-19). En parallèle, l'équipe s'est engagée dans l'action COST ParAqua, centrée sur l'étude des parasites zoosporiques et de leurs hôtes en milieu aquatique, engagement qui s'est traduit par des publications scientifiques (dont un article accepté dans Molecular Ecology Resources, 2025) ainsi que par des opportunités de formation pour les doctorants (participation de deux d'entre eux à la Training School Detection methods for zoosporic parasites, mai 2022, Allemagne). Malgré ces avancées notables, l'équipe n'a pas encore déposé de projets européens en tant que porteur principal.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maitres de conférences et assimilés	4
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	4
Praticien hospitalier	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>11</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels non permanents d'appui à la recherche	0
Post-doctorants	0
Doctorants	3
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>4</b>
<b>Total personnels</b>	<b>15</b>

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

Le bilan de l'équipe MEB est excellent. L'équipe MEB regroupe sept enseignants-chercheurs et chercheurs, dont cinq habilités à diriger des recherches, ainsi que deux BIATSS. Les effectifs comprennent une Chaire de Professeur Junior. Sur la période 2019-2024, elle a produit 43 articles scientifiques, soit environ une publication par chercheur et par an. La part importante de publications comportant un membre de l'équipe en premier ou dernier auteur (47,6 %) reflète son rôle moteur dans la conduite des travaux. Par ailleurs, près de 40 % des publications sont réalisées en collaboration avec d'autres équipes du LMGE, soulignant une dynamique collective bien affirmée. Ces résultats s'accompagnent d'un engagement marqué vers la valorisation socio-économique et les partenariats industriels, ce qui positionne l'équipe à l'interface entre recherche fondamentale et applications.

## Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'équipe se distingue par son originalité et sa portée. Plusieurs travaux ont conduit à l'identification de nouveaux clades microbiens, tels que *Telonemia* et *Sulfurimonas*, à la proposition de modèles conceptuels en écologie évolutive, et à des résultats présentant un fort intérêt sociétal, notamment autour du concept One Health et des résistances antimicrobiennes.

La production biologique de méthane, un enjeu majeur dans la transition énergétique a fait l'objet d'une publication (*Bioresour. Technol.* 2024) décrivant une souche archée méthanogène du genre *Methanothermobacter* présentant des caractéristiques métaboliques supérieures à celles actuellement utilisées dans l'industrie. Cette souche fait l'objet d'un brevet et est en cours de valorisation par la start-up BioUpp. Les perspectives portent sur le développement de processus de bio-méthanation utilisant des archées méthanogènes isolées de milieux aquatiques tempérés et fonctionnant à température ambiante, donc moins énergivores. Le décryptage de la diversité fonctionnelle d'eucaryotes unicellulaires lacustres a été décrit par une approche originale, couplant une méthodologie basée sur les traits et une analyse métatranscriptomique (*Environmental Microbiology*, 2023).

L'équipe se singularise également par le développement méthodologique et la mise à disposition de ressources ouvertes : pipelines bioinformatiques pour la reconstruction de plasmides, approches multi-omiques intégrées, ou encore jeux de données réutilisables, qui contribuent à la visibilité et à la réutilisation des travaux.

La participation à de grands consortiums internationaux et à des études multi-sites, en particulier dans le cadre du projet PELAGICS, favorise une diffusion large des résultats et amorce l'ancrage de l'équipe au niveau international.

L'intégration d'une chaire de professeur junior (CPJ) constitue une opportunité de recruter à court terme un chercheur déjà expérimenté et de renforcer la capacité de l'équipe à porter des projets de grande envergure, tels que des ERC.

Entre 2019 et 2024, l'équipe MEB a renforcé ses moyens financiers. Elle a mobilisé près de 1,3 M€, issus de cinq financements nationaux dont trois ANR (deux coordonnées DIAMOND- Impact des changements globaux sur les communautés microbiennes lacustres : un focus sur la désoxygénéation et Metha-Nov- Advancements in sustainable methane production through innovative room temperature bio-methanation) et deux EC2CO ; dix contrats locaux (Emergence UCA, Fédération Recherche Eau, Environnement et Territoires, CIR1), un financement du programme France Génomique (100 k€) et un contrat avec l'entreprise Michelin.

Les membres de l'unité participent à l'animation de leur communauté par la prise de responsabilités dans des sociétés savantes (conseil d'administration de l'Association Francophone d'Écologie Microbienne et trésorière adjointe), l'appartenance à l'IUF, la participation à des jurys (thèses, HDR), à des commissions (UFR biologie UCA, graduate track « changing environments », Comité Technique de l'UCA, comité de pilotage de la Fédération Systèmes Microbiens, etc..) et à des évaluations de projets de recherche (Programmes émergence, Sorbonne Université, Ville de Paris, Austrian Science Fund, Dossier DIVA de l'appel Gesipol pour l'ADEME).

Enfin, les liens établis avec le monde socio-économique constituent un atout supplémentaire. Les collaborations industrielles (Greencell, Michelin, Biovalo, BioUpp, Idylle), associées au dépôt d'un brevet international et à une déclaration d'invention, traduisent une capacité à transformer des résultats de recherche en innovations concrètes et valorisables.

## Points faibles et risques liés au contexte

Malgré une production scientifique soutenue, l'encadrement doctoral apparaît relativement limité au regard des effectifs et des activités de l'équipe. Sept doctorants ont été inscrits sur la période et seulement quatre thèses ont été soutenues, ce qui contraste avec le nombre de cinq HDR et le nombre important de stagiaires de master 1 et 2 accueillis (31 sur la même période). Aucun post-doctorant ne figure dans les effectifs de l'équipe.

Par ailleurs, si l'équipe a été impliquée dans des projets/réseaux internationaux, elle n'a pas encore assuré de rôle de coordination dans le dépôt de ces projets.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'ÉQUIPE

Dans la continuité des travaux précédents, l'équipe MEB poursuit l'étude des communautés microbiennes lacustres, en explorant la diversité et le rôle fonctionnel des eucaryotes unicellulaires ainsi que des bactéries et archées, leur évolution et leur contribution aux cycles biogéochimiques. Les futures recherches portent sur l'impact des changements globaux, notamment la désoxygénéation, sur la composition et les fonctions des communautés, ainsi que sur les mécanismes physiologiques et évolutifs qui permettent leur adaptation. Parallèlement, l'équipe propose la caractérisation de la diversité fonctionnelle des microorganismes et d'identifier des capacités métaboliques exploitables pour des applications en bioénergie et en biotechnologie. Ces travaux combinent approches de génomique environnementale et méthodes culturelles innovantes, favorisant à la fois la recherche fondamentale et les perspectives applicatives.

Dans un contexte budgétaire très contraint à l'UCA, l'avenir de la chaire de professeur junior (CPJ) constitue un enjeu important pour l'équipe. Par ailleurs, le départ programmé au cours du prochain contrat de trois chercheurs représente une source d'inquiétude pour la continuité des travaux. Ces départs risquent d'affaiblir certaines thématiques, en particulier l'exploration du mobilome (dynamique des génomes), et pourraient mettre en difficulté la dynamique scientifique de l'équipe.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Il est recommandé de renforcer l'encadrement doctoral et d'encourager l'intégration de post-doctorants, en particulier via des bourses européennes MSCA ou d'autres dispositifs internationaux, pour stimuler l'animation scientifique et préparer la relève sur les thématiques clés.

L'équipe doit aussi consolider son ouverture internationale à travers les rôles de coordination dans des projets européens (ERC, COST Actions, ...) et en accompagnant la participation active de la CPJ et des autres chercheurs à des réseaux internationaux. Il est aussi recommandé que l'équipe poursuive et étende les collaborations industrielles et la protection de la propriété intellectuelle, en particulier dans le domaine de la bioénergie et des innovations environnementales. Il sera aussi intéressant de développer des projets intégrant la formation des doctorants et postdocs à la valorisation.

**Équipe 5 :**

Interactions Hôtes-Parasites (IHP)

Nom du responsable : M. Frédéric Delbac

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe IHP concentre l'essentiel de ses recherches sur les microsporidies des parasites intracellulaires obligatoires et leurs interactions avec diverses espèces animales qu'elles colonisent. L'équipe a centré sa recherche autour de deux axes principaux. Le premier porte sur l'écologie des interactions et vise à étudier l'impact de stress multiples chez l'abeille en combinant notamment l'exposition de cette dernière à une microsporidie *Nosema ceranae*, à d'autres parasites, ou à des stress chimiques. Le second axe plus fonctionnel vise à déchiffrer les interactions entre différentes espèces de microsporidies et leurs hôtes. Les mécanismes d'entrée et d'invasion y sont notamment étudiés ainsi que le dialogue moléculaire entre les microsporidies et leur cellule hôte passant par les ARNs non codants. Enfin une nouvelle thématique a été initiée dans cet axe portant sur les interactions immunitaires et plus particulièrement la manipulation de l'immunité innée par les microsporidies. Trois axes mineurs ont également été explorés durant la période considérée. Il s'agissait (i) d'explorer de nouvelles stratégies de lutte contre les microsporidies, (ii) d'investiguer la dissémination des microsporidies en milieu aquatique, (iii) de déchiffrer l'issue des interactions inter-règnes (eubactéries, virus, champignons).

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe semble s'être emparée des recommandations qui lui avaient été formulées lors de la précédente évaluation. Bien que faisant face à certaines difficultés clairement énoncées, elle a tenté d'étendre ses collaborations à l'international (i) par l'amorçage tout d'abord de projets d'ampleur à l'échelle nationale pouvant s'étendre à un dépôt aux appels d'offres européens, (ii) en répondant à des appels d'offres transnationaux et (iii) en contribuant activement à des réseaux, des groupes de travail et des collaborations internationales. Si l'équipe a réussi à attirer 16 doctorants, elle présente toujours quelques difficultés à recruter des chercheurs post-doctorants avec seulement deux contrats de ce type sur la précédente période. Enfin, conformément aux recommandations, l'équipe a recentré ses thématiques de recherches autour du modèle des microsporidies afin de limiter la dispersion de ses forces.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maitres de conférences et assimilés	8
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	5
Praticien hospitalier	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>15</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels non permanents d'appui à la recherche	0
Post-doctorants	0
Doctorants	4
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>5</b>
<b>Total personnels</b>	<b>20</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Le bilan de l'équipe IHP est excellent. L'équipe fait preuve d'une excellente dynamique de recherche à travers des approches intégrées et multi-échelles permettant de mieux appréhender l'écologie et la complexité des microsporidioses. Elle a notamment publié 43 articles, dont 56 % sur lesquels elle a une position de leader et 65 % impliquant des étudiants. Elle a obtenu 17 contrats au cours de la période d'évaluation, dont plus de la moitié (9/17) pour lesquels elle apparaît en tant que coordinatrice. Son ancrage dans le monde socio-économique est solide de par les interactions qu'elle entretient avec les entreprises privées (GreenTech, INVERS, Michelin), les collectivités (région AURA, GDSA) ainsi que par ses communications adressées au grand public.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les thèmes phares de l'équipe s'inscrivent dans une vision multi-échelle des interactions entre les microsporidies et leurs hôtes. Cette stratégie est renforcée par la complémentarité des approches utilisées par les membres de l'équipe qui s'étendent de la biologie moléculaire et cellulaire aux études écologiques intégratives. De plus, le maintien de cette activité est renforcé par un accès privilégié aux plateformes locales de cytométrie, microscopie/imagerie, protéomique, au mésocentre et à l'animalerie.

L'équipe a été invitée à présenter ses travaux lors de sept événements nationaux (conférences, colloques ou écoles thématiques). Certains de ses membres sont actifs au sein de réseaux et consortia (deux réseaux français et un réseau européen). Les membres de l'équipe sont fortement impliqués dans les instances locales (17 participations à commissions/conseils des établissements d'appartenance) et nationales (quatre membres élus ou nommés au CNU, deux membres de comités Hcéres, activités expertise pour l'Anses, le GDS, le réseau d'innovation et de transfert agricole...) ainsi que dans les responsabilités liées à la formation (responsables de parcours, référents nationaux, chef du département, responsable des stages à l'IUT, référents ERASMUS, responsabilités de plateforme...). Ils ont participé également à l'évaluation de projets de recherche européens ou nationaux (expertise pour l'ERC, projets de recherche pour les agences de pays tiers...).

L'équipe s'investit dans la formation par la recherche. La plupart des enseignants-chercheurs sont détenteurs de l'HDR et 16 contrats doctoraux ont débuté durant la période dont dix thèses soutenues. L'équipe a accueilli également 19 étudiants de Master 2, 26 étudiants de Master 1 ainsi que des stagiaires de BUT, de BTS, de Licence ou du secondaire.

L'équipe a montré une excellente dynamique dans l'obtention de projets de recherche. Elle est impliquée dans 17 contrats, dont plus de la moitié en tant que coordinatrice (9/17) pour un total de 2,047 M€. Les résultats récents sont prometteurs pour la période suivante, car deux des contrats les plus importants débutent en 2024 (deux contrats ANR dont le projet ANR PRME HACKERS qui vise à décrypter les processus d'invasion et de piratage des fonctions cellulaires par des parasites intracellulaires obligatoires du groupe des microsporidies). D'autre part les ressources de l'équipe sont diversifiées avec un projet européen, six projets nationaux, sept projets en lien avec le PIA, trois projets en partenariat avec le monde socio-économique, quatre projets financés par les collectivités territoriales et un projet financé par une association caritative. Ces projets sont également portés par huit membres de l'équipe, ce qui démontre aussi une forte implication des chercheurs, enseignants/chercheurs dans la recherche de financements.

Sur la période d'évaluation, 43 articles ont été publiés dont plus de la moitié signés en premier/dernier auteur (56 %). Près des deux tiers (65 %) des publications sont co-signées par des étudiants en thèse, ce qui montre l'investissement de l'équipe dans la formation par la recherche. L'équipe interagit de manière remarquable avec les autres équipes de l'unité, et ce malgré certaines divergences thématiques. Ainsi, 16 % des articles publiés l'ont été en collaboration avec d'autres membres du LMGE. L'équipe a notamment valorisé des travaux portant sur la structuration génétique des populations parasitaires de *Nosema ceranae* dans l'océan Indien (Scientific Reports 2023). Ce résultat illustre ses interactions fortes depuis plus de 10 ans avec le CIRAD et l'université de la Réunion. Par ailleurs, elle a récemment mis en place une approche sur modèle murin afin de décrypter la réponse immunitaire anti-microsporidienne (Frontiers in Microbiology 2023). Cet élargissement thématique a été permis via l'intégration d'une nouvelle Professeure.

L'équipe entretient de nombreux partenariats avec le monde socio-économique (interaction avec les entreprises GreenTech, INVERS, Michelin et les collectivités telles que la région AURA ou le groupement sanitaire de défense agricole du Puy-de-Dôme). Cela s'est en partie matérialisé par l'obtention de thèses Cifre et de projets de R&D co-financés par la région.

Elle contribue également à diffuser ses connaissances auprès du grand public à travers des conférences grand public (e.g. nuées ardentes, conférence au muséum des volcans), les expositions (tel que «L'abeille fait le buzz»), des animations scolaires, la participation à des festivals et l'organisation de formations adressées aux enseignants du secondaire.

## Points faibles et risques liés au contexte

L'équilibre des ressources humaines de l'équipe est un point de vigilance, car celle-ci est composée essentiellement d'enseignants-chercheurs (n=11) et d'un ingénieur de recherche. L'équipe présente des difficultés à recruter des chargés de recherche ainsi que des post-doctorants (le dernier contrat datant de quatre ans). Bien que l'équipe bénéficie du soutien de quatre personnels techniques (BIATSS et ITA), ceux-ci sont pour la plupart affectés à plusieurs équipes, au pôle commun ou à une plateforme.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'ÉQUIPE

L'équipe anticipe un changement de responsable pour le prochain quinquennat. Une telle alternance des mandats est positive pour sa dynamique et la valorisation de l'investissement de son personnel. La trajectoire de l'équipe s'articulera principalement autour de trois thématiques complémentaires associées à des projets financés par l'ANR. La première thématique axée sur la biologie moléculaire et cellulaire s'orientera vers les mécanismes d'invasion et de piratage moléculaire des cellules-hôtes par les microsporidies. A partir notamment de modèles cellulaires et murins, l'équipe visera à étudier les mécanismes d'invasion et d'adhésion des cellules, le dialogue moléculaire entre le parasite et son hôte, mais également les mécanismes de «piratage» de l'hôte. La seconde thématique en lien avec le fonctionnement des interactions et leur écologie portera sur les interactions entre une microsporidie parasite de l'abeille et l'abeille. Ces interactions seront étudiées en conditions simplifiées puis en conditions plus complexes (mésosomes, conditions naturelles) en intégrant également l'exposition à des stress multiples (autres parasites, xénobiotiques). La réponse du microbiote et des transposons seront également intégrées dans cet axe. La troisième thématique est orientée vers le contrôle de la prolifération des microsporidies par des moyens chimiques. L'équipe propose d'utiliser deux approches pour développer cette thématique. La première, empirique, vise à cibler des substances naturelles. La seconde, ciblée, désigne une enzyme essentielle comme cible thérapeutique.

Cette trajectoire est renforcée notamment par obtention de deux ANR en 2025 et des partenariats avec le monde socio-économique. De plus l'accueil de personnels CNRS au sein de l'équipe lors de ce nouveau mandat viendra renforcer le second axe et offrira de nouvelles perspectives de recherche.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Bien qu'une transition soit anticipée dans l'animation de l'équipe, aucune perspective de co-animation n'a été proposée. Une telle collaboration dans les responsabilités pourrait être bénéfique puisqu'elle permettrait de (i) diviser les tâches administratives et de représentation, (ii) faciliter la communication, (iii) contribuer plus fortement à la promotion des chercheurs/enseignants-chercheurs de l'équipe.

L'équipe IHP pourrait essayer d'attirer les chercheurs post-doctorants. Cela pourrait notamment passer par le soutien de candidatures auprès des actions européennes (bourses Marie S. Curie) ou la planification de contrats postdoctoraux dans les projets financés. Les post-doctorants financés pourraient constituer ainsi un vivier de candidats potentiels pour des candidatures aux postes de CR qui font défaut à l'équipe. L'équipe semble active dans le dépôt de projets et devrait poursuivre ses efforts dans la réponse aux appels d'offres européens et plus généralement internationaux. Des collaborations inter-équipe ont été initiées à l'échelle du laboratoire. Ces travaux sont bénéfiques pour la cohésion de l'unité et leur poursuite dans le prochain mandat est encouragée.

**Équipe 6 :**

Interactions dans les Réseaux Trophiques Aquatiques (IRTA)

Nom du responsable : M. Jean-Pierre Aguer

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe IRTA s'intéresse aux interactions microbes-métazoaires dans les milieux aquatiques en étudiant les effets des contraintes locales et globales sur les transferts de matière et d'énergie et leurs conséquences sur la structure et la productivité de ces écosystèmes. Les travaux de l'équipe reposent sur des approches expérimentales et de terrain avec l'utilisation d'outils de modélisation. La recherche de l'équipe IRTA s'articule autour de quatre thèmes de recherche. Le premier intitulé Ecologie trophique, met en place des approches d'écologie stoéchiométrique et métabolique pour étudier les liens entre température, taux de croissance et besoin alimentaire. Le second thème repose sur l'utilisation de modèles mécanistiques et d'approches expérimentales innovantes afin de comprendre et quantifier l'influence de divers facteurs environnementaux sur le métabolisme et les traits d'histoire de vie des organismes. Le troisième thème est centré sur l'écologie en milieu tropical et étudie comment différents niveaux d'organisation biologique et leurs interactions favorisent le rassemblement des communautés et leur résilience fonctionnelle après des épisodes de sécheresse. Le quatrième thème s'intéresse aux cyanobactéries et aux communautés bactériennes qui y sont associées (cyanosphère) qui pourraient jouer un rôle dans la modulation des proliférations de ces cyanobactéries potentiellement toxiques.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent rapport Hcéres recommandait à l'équipe de renforcer ses interactions avec les autres équipes du LMGE. L'équipe a favorablement répondu à ce point à travers le portage de quelques projets de recherche avec d'autres équipes du LMGE et en partageant la codirection de la Zone Atelier Territoires Uranifères avec une personne d'une autre équipe du LMGE.

L'équipe a satisfait une autre remarque du précédent rapport en augmentant significativement le nombre d'encadrements de doctorants sachant également que l'ensemble des EC/C est maintenant titulaire d'une HDR.

Une autre recommandation concernait l'implication de l'équipe dans la science ouverte et la dissémination des connaissances vers le grand public est jugée insuffisante. Celle-ci est significative dans le présent rapport, mais toujours portée par qu'une seule personne qui n'est plus un membre actif de l'équipe au 31/12/2024. En revanche, l'équipe fait preuve d'une réelle implication dans l'animation de la recherche avec cette fois-ci un effort partagé.

Enfin, le point de vigilance sur les RH reste d'actualité et il sera encore plus prégnant dans le prochain contrat. Si ce risque n'est pas ignoré par l'équipe, la stratégie à mettre en place pour y répondre n'est pas explicitée.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maitres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	4
Praticien hospitalier	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>12</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels non permanents d'appui à la recherche	2
Post-doctorants	0
Doctorants	5
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>7</b>
<b>Total personnels</b>	<b>19</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Globalement, le bilan de l'activité de l'équipe IRTA est excellent. La force de l'équipe IRTA repose sur des expertises reconnues en écologie trophique, en écologie métabolique, en écologie stœchiométrique, en modélisation mécanistique et dans l'utilisation de différentes compétences méthodologiques (microcalorimétrie, biomarqueurs lipidiques, analyse isotopique de composés cibles, métabarcoding).

Les résultats de leur recherche ont une grande valeur comme outil prédictif pour mesurer les impacts de futurs changements climatiques ou les effets combinés de la multifactorialité et de la variabilité environnementale sur les interactions entre espèces et les processus écosystémiques. Un volet de leur recherche concerne également l'étude des liens entre la diversité et la biogéographie des bactéries associées aux proliférations toxiques de cyanobactéries.

La production scientifique de l'équipe est excellente avec 85 articles publiés dans des journaux scientifiques de grande qualité (ex. *Ecology Letters*, *Microbial Ecology*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*). Cette production peut être considérée comme très soutenue compte tenu de la taille de l'équipe constituée de sept EC et de leur implication parallèle dans l'enseignement.

### Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'équipe sur la période d'évaluation est excellente d'un point de vue quantitatif et qualitatif avec 86 articles scientifiques, dont 26 et 18 en premier et dernier auteur, respectivement, ainsi qu'un chapitre d'ouvrage. Ces articles sont publiés dans de bonnes revues d'écologie et de sciences environnementales dont certaines d'entre elles sont très reconnues (ex. *Nature Communication*, *Ecology*, *Ecology Letters*, *Science of the Total Environment*). Des résultats marquants portent sur l'apport de la microcalorimétrie au service des théories métaboliques (*Ecology Letters* 2020, 2021) et sur le rôle de la cyanosphère pour mieux anticiper le développement des proliférations de cyanobactéries et les risques associés (*Microbial Ecology*, 2023).

L'équipe est bien reconnue au niveau national avec le portage d'un projet ANR (Aquatic ecosystems Structure And Production in a warming and fluctuating world-ASAP) et partenaire d'une autre ANR, de sept projets EC2CO et MITI, (CNRS-INEE), la coordination d'une Zone Atelier Uranifères (ZATU) pendant 2 ans ainsi que d'une subvention régionale visant à aider à la gestion des zones de baignades par les collectivités territoriales (Limiter les fermetures de baignade liées aux proliférations de picocyanobactéries-NO LIMIT). Le montant total des ressources propres de l'équipe s'élève à près de 930 k€.

L'équipe contribue à la formation par la recherche avec l'encadrement de quatre thèses soutenues. Ces doctorants sont signataires de dix-huit articles scientifiques de l'unité, soit 21 % de la production scientifique.

La plupart des enseignants-chercheurs sont détenteurs de l'HDR (six sur sept) et sept contrats doctoraux ont débuté durant la période dont quatre thèses soutenues. L'équipe a également accueilli quatorze étudiants de Master 2 et neuf étudiants de Master 1. Les membres de l'équipe IRTA sont également bien impliqués dans les jurys de thèse ou d'HDR avec quatorze participations.

L'équipe est présente dans les activités d'expertise au niveau national et international (ex. Anses, ANR, Croatian Science) et dans l'évaluation de la carrière des EC (Conseil national des universités).

Les membres de l'équipe IRTA, exclusivement composés d'EC, occupent différentes responsabilités dans la formation à l'UCA (Licence, Master), et sont largement impliqués dans l'animation de la recherche (ex : GDR CNRS Ecologie Trophique, Groupe d'Intérêt Scientifique Cyanobactéries, Réseau Thématique CNRS e-Tox, ZATU).

L'équipe a développé deux partenariats avec le monde socio-économique, l'un avec un bureau d'étude qui a permis le financement d'une thèse Cifre et l'autre avec un Conservatoire National du milieu naturel en y participant comme membre du Conseil Scientifique.

L'équipe est attentive à diffuser ses connaissances avec une quarantaine d'articles publiés dans une revue d'histoire naturelle grand public (Espèces) dont le directeur de publication est un membre de l'équipe, ainsi que la rédaction d'un livre sur les insectes sociaux (édition Quae), huit articles de vulgarisation et auteur d'un podcast sur France Culture sur les constructions animales.

## Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe IRTA est seulement composée d'EC. L'effectif d'EC s'érode progressivement : il y a eu deux départs à la retraite non remplacés durant le contrat en cours et trois autres sont programmés sur le prochain contrat. Cette réduction d'effectif place l'équipe IRTA en grande difficulté si aucun recrutement n'est assuré.

L'équipe ne comporte pas de post-doctorants. L'équipe semble souffrir d'une visibilité thématique insuffisante pour attirer de jeunes chercheurs. La juxtaposition des différents thèmes de l'équipe ne présente pas une cohésion suffisante pour donner à l'équipe une réelle identité.

L'activité de recherche de l'équipe IRTA repose sur un nombre assez limité de contrats de recherche d'envergure. Ces contrats sont seulement issus d'appels d'offres nationaux alors que différentes collaborations internationales sont mentionnées. Seulement cinq communications à des congrès sont recensées.

Les interactions avec le grand public et débats de société risquent d'être fortement impactés suite au départ à la retraite d'un EC largement impliqué dans cette activité.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'ÉQUIPE

L'équipe propose de développer quatre thématiques dans le cadre du prochain contrat quinquennal. La première concerne l'étude de la dynamique et la structuration des communautés microbiennes sous contraintes environnementales. Dans le cadre du programme de recherche ZATU, une attention particulière sera portée sur les proliférations de cyanobactéries dans les milieux aquatiques exposés à une radioactivité naturelle. La seconde thématique s'intéresse au lien entre la diversité métabolique des microorganismes et les métazoaires présents dans les milieux aquatiques. La troisième thématique aborde la question complexe de la prédition de la structure et de la productivité des écosystèmes dans un environnement fluctuant. Des études expérimentales sous contraintes multiples et simultanées sont proposées afin de saisir la non-linéarité des réponses biologiques aux facteurs environnementaux. Enfin, une quatrième thématique vise à explorer les liens entre la structure des communautés et la résilience des écosystèmes aquatiques en prenant comme modèle les broméliacées à réservoir caractéristiques du milieu tropical.

En raison de la réduction de taille attendue de l'équipe, le maintien de quatre thématiques constitue un risque de dispersion. La première des thématiques semble relativement éloignée de l'axe central de l'équipe.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Il serait nécessaire de préciser les recrutements envisagés avec les expertises recherchées ainsi que la stratégie mise en place pour y répondre. Par exemple, le recrutement de post-doctorants susceptibles ensuite d'être présentés aux concours CR du CNRS serait à renforcer. L'équipe IRTA est encouragée à poursuivre et à intensifier ses activités scientifiques pour établir des collaborations internationales, ce qui peut être également un moyen d'attirer de nouvelles forces au sein de l'équipe.

La trajectoire de l'équipe semble s'inscrire dans la continuité du bilan. Il serait intéressant d'identifier plus clairement des points de rupture avec peut-être l'acquisition de nouveaux équipements ou l'introduction de nouvelles compétences permettant de dynamiser l'équipe. Le projet peut paraître trop dispersé et ambitieux compte tenu de la réduction attendue de la taille de l'équipe durant le prochain contrat. Une réflexion devrait être menée pour améliorer la visibilité thématique de l'équipe afin de favoriser les recrutements.

# DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

## DATES

**Début :** 23 octobre 2025 à 08h00

**Fin :** 24 octobre 2025 à 15h00

**Entretiens réalisés : en présentiel**

## PROGRAMME DES ENTRETIENS

### **23 octobre 2025**

8h15 Présentation du Hcéres. Anne Marie Di Guilmi  
Présentation des membres du comité. Emma Rochelle-Newall

8h30 Bilan de l'unité *15 min présentation, 15 min discussion*

Présentation des équipes *10 min présentation, 15 min discussion*

9h00 Interactions dans les réseaux trophiques aquatiques (IRTA)

9h30 Biodiversité microbienne et adaptations fonctionnelles (Bioadapt)

10h00 Génomique de l'Environnement et Bioinformatique (MEB)

**10h30 Pause-café et discussion interne comité**

11h00 Interactions Hôtes-Parasites (IHP)

11h30 Communautés microbiennes, écotoxicologie, santé (CMES)

12h00 Epidémiologie et Pathogénie des Infections à Entérovirus (EPIE)

**12h30 déjeuner buffet/poster**

14h00 Trajectoire de l'unité *15 min présentation, 15 min discussion*

### **Réunions à huis-clos avec le comité**

14h45 Réunion avec ITA-Biatss

15h30 Réunion avec les enseignants-chercheurs et chercheurs

**16h15 Pause-café et discussion interne comité**

16h30 Réunion avec étudiants et post-docs

### **24 octobre 2025**

8h30 Visite de labos et/ou de plateformes sur les sites Dunant et Cezeaux (site des réunions)

**Réunions à huis-clos avec le comité – LMGE Salle 128 (Campus des Cézeaux)**

10h30 Réunion avec les représentants des tutelles

11h30 Réunion avec la direction actuelle et future de l'unité

**Huis-clos du comité - LMGE Salle 128 (Campus des Cézeaux)**

**12h30 Déjeuner plateaux-repas**

13h30 Finalisation du rapport

15h00 Fin de la visite

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

L'établissement responsable du dépôt, également responsable de la coordination de la réponse pour l'ensemble des tutelles de l'unité de recherche, n'a pas déposé d'observations de portée générale.

**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

