

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LACY - Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université de La Réunion,
Centre national de la recherche scientifique - CNRS,
Météo France

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E

Rapport publié le 19/09/2025



Au nom du comité d'experts :

Christian George, président du comité

Pour le Hcéres :

Coralie Chevalier, présidente

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

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

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président :

M. Christian George, Centre national de la recherche scientifique-CNRS, Villeurbanne

Experts :

M. Pierre Coutris, Centre national de la recherche scientifique Aubière, (représentant du personnel d'appui à la recherche)

Mme Maria Kanakidou, Université de Crète, Héraklion, Grèce

M. Matthieu Lengaigne, Institut de recherche pour le développement-IRD, Sète (représentant CoNRS 19)

M. Dominique Serça, Université Toulouse 3 - Paul Sabatier, Toulouse (représentant du CNU)

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Pascal Morin

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

M. Cyrille Flamant, CNRS Terre&Univers, directeur adjoint scientifique océan – atmosphère

M. Patrick Mavingui, chargé de mission recherche et valorisation, Université de La Réunion

M. Hervé Roquet, directeur adjoint de l'enseignement supérieur et de la recherche, Météo-France

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones
- Acronyme : Lacy
- Label et numéro : UMR8105
- Nombre d'équipes : 3
- Composition de l'équipe de direction : M. Joël Van Baelen, directeur de recherches au CNRS, directeur de l'unité ; M. El Hassan Bencherif, professeur des universités, directeur adjoint au titre de l'université de La Réunion ; Mme Hélène Vérèmes, chercheuse Météo-France, directrice adjointe au titre de Météo-France

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies
ST3 Sciences de la Terre et de l'Univers

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Les thématiques scientifiques du Lacy concernent l'étude et la caractérisation de l'atmosphère tropicale, tant du point de vue de sa dynamique que de ses processus physicochimiques, allant des cyclones à l'interface de la troposphère à la stratosphère, et mettant en œuvre des moyens d'observation et de modélisation.

Pour ce faire, le Lacy s'appuie sur son positionnement insulaire privilégié au sein de l'océan Indien sud-ouest, en bordure de la zone intertropicale et au carrefour de circulations atmosphériques de grande échelle, pour développer des thématiques de recherche sensibles au changement climatique. Le Lacy a notamment la responsabilité scientifique de l'Opar (Observatoire de physique de l'atmosphère de La Réunion), station labellisée du réseau WMO-GAW (World meteorological organization - Global Atmosphere Watch), qui est une des « National Facilities » majeures de l'Infrastructure de recherche (IR) Actris-France (Aerosol, cloud and trace gases research infrastructure) et de l'ERIC (European Research Infrastructure Consortium) Actris. Il est affilié à plusieurs réseaux internationaux: ICOS (Integrated carbon observation system), NDACC (Network for the detection of atmospheric composition change), Aeronet (Aerosol robotic network), Shadoz (Southern hemisphere additional ozone sondes), Guran Global climate observing system - GCOS - reference upper-air network), etc.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones (Lacy) a été créé le 1er janvier 2006 à la suite de la convergence thématique du Laboratoire de physique de l'atmosphère (LPA, créé en 1993 et devenu UMR Université de La Réunion - CNRS en 2002) et de la Cellule de recherche sur les cyclones (CRC, créée en 1998) de Météo-France. Cette fusion a conduit à la formation d'une unité mixte de recherche (UMR) sous la tutelle conjointe de l'Université de La Réunion, du CNRS et de Météo-France.

De cette histoire résulte une unité de recherche disposant de locaux répartis sur deux sites à Saint-Denis : d'une part, sur le campus universitaire du Moufia, et d'autre part, au Chaudron, où sont menées principalement les activités de recherche sur la prévisibilité des cyclones en collaboration avec la Direction interrégionale de Météo-France pour l'océan Indien (DIROI).

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Le Lacy se distingue non seulement par sa localisation géographique privilégiée, mais aussi par la richesse de ses thématiques de recherche. Pour mener à bien ses missions, parfois proches de l'opérationnel, le Lacy s'appuie fortement sur l'Observatoire des sciences de l'Univers de La Réunion (OSU-R) et, plus spécifiquement, sur l'Observatoire de physique de l'atmosphère de La Réunion (Opar), dont le site principal est l'observatoire du Maïdo. Ce dernier constitue le site de référence pour les recherches menées au Lacy, qui assume des responsabilités scientifiques aux niveaux national et international, notamment dans le cadre des différents SNO de l'infrastructure de recherche Actris.

Le Lacy est également membre de la Fédération de recherche « Observations du milieu naturel et des changements globaux » (OMNCG), qui encourage des activités interdisciplinaires variées avec sept autres unités de recherches de La Réunion. Cette appartenance permet à l'unité de conduire diverses actions collaboratives d'ampleur variable entre les domaines des sciences de la Terre et de l'atmosphère, de l'écologie terrestre et marine, de la géographie et de l'énergie, et de servir de tremplin pour des réponses à des appels d'offres aux échelles régionales, nationales, et européennes.

Les activités du Lacy, notamment celles liées à l'anticipation des événements catastrophiques, sont solidement ancrées dans l'écosystème régional. Le Lacy a joué un rôle clé dans l'élaboration de la feuille de route « Impacts du changement global : dynamiques géophysiques et anthropiques », adoptée sous l'appellation « Résilience face aux risques climatiques, géologiques et anthropiques » dans le cadre de la stratégie S3 (Smart specialization strategy – stratégie de spécialisation intelligente) de la région Réunion. Cette feuille de route constitue un

document de référence pour le développement des axes de recherche sous l'égide du PO Feder (Programme opérationnel Fonds européen de développement régional) 2021-2027, l'un des principaux soutiens financiers de l'unité.

Sur les plans national et international, le Lacy est impliqué dans plusieurs réseaux liés aux infrastructures de recherche, notamment Actris-France et Actris - ERIC, NDACC, Aeronet et Shadoz.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	6
Personnels d'appui à la recherche	4
Sous-total personnels permanents en activité	18
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	2
Post-doctorants	0
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	10
Total personnels	28

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

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
Université de la Réunion	7	0	0
Météo France	0	3	1
CNRS	0	4	3
Total personnels	7	7	4

AVIS GLOBAL

Le Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones (Lacy) est une unité de recherche spécialisée dans l'étude de l'atmosphère tropicale, notamment des cyclones, de la dynamique troposphérique et stratosphérique, et des impacts du changement climatique. Il fonctionne sous la tutelle conjointe de l'université de La Réunion, du CNRS et de Météo-France. Grâce à sa localisation stratégique dans l'océan Indien sud-ouest et à des infrastructures de pointe comme l'Opar et l'observatoire du Maïdo, le Lacy mène des recherches de haut niveau, intégrées dans de nombreux réseaux internationaux (Actris, NDACC, Aeronet, etc.). Fortement ancré dans son territoire, il joue un rôle central dans l'aide à la décision en matière de risques climatiques et naturels, tout en assurant une production scientifique de qualité. Son modèle économique repose en grande partie sur des financements compétitifs (Feder, Interreg, ANR, projet européen ERA-Chair), ce qui rend l'unité performante, mais vulnérable à l'évolution des politiques de financement. Malgré sa petite taille, le Lacy fait preuve d'une forte dynamique collective, bien que la stabilisation de ses ressources humaines et l'amélioration de l'organisation interne restent des défis à relever.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations précédentes portaient principalement sur l'articulation entre le Lacy et l'OSU-R, la nécessité d'agir comme un acteur moteur dans le développement des activités, ainsi que sur l'adéquation entre les ressources disponibles et les ambitions de l'unité.

Sur ces différents points, le Lacy a engagé les actions nécessaires pour renforcer son leadership, normaliser ses relations avec l'OSU-R et mener des recherches ambitieuses. Toutefois, la stabilisation de ses ressources humaines demeure une préoccupation majeure.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Le Lacy dispose de nombreux atouts stratégiques, notamment : (i) son implantation unique au sein de l'océan Indien (ii) l'Observatoire de physique de l'atmosphère de La Réunion, équipé de plusieurs lidars de pointe, et (iii) ses différentes capacités de calcul, en partenariat avec Météo-France.

Le Lacy s'est fixé des objectifs scientifiques ambitieux et d'envergure par ses recherches sur les précipitations, les processus d'intensification des cyclones tropicaux, la dynamique à l'interface troposphère – stratosphère, ainsi que par son engagement dans une approche transdisciplinaire au service de la société et du développement territorial de La Réunion et de la sous-région de l'ouest de l'océan Indien..

Appréciation sur les ressources de l'unité

Les particularités géographiques et thématiques du Lacy se manifestent par une forte implication dans un nombre important de projets scientifiques, parfois de grande envergure (comme ceux financés par l'Union européenne). Grâce à ces financements spécifiques pour les régions ultrapériphériques de l'U.E., le Lacy est actuellement en mesure de disposer de ressources propres très largement supérieures par rapport à sa dotation récurrente. L'unité dispose ainsi des moyens financiers nécessaires pour mener à bien ses travaux. Cependant, le changement de politique d'accès aux fonds Feder a non seulement entraîné une année blanche, mais risque également de fragiliser à court et moyen terme l'équilibre financier de l'unité.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Le Lacy est une unité de petite taille, mais disposant de toutes les structures requises pour la rendre fonctionnelle. Son fonctionnement apparaît finalement comme étant essentiellement collégial, établi sur la motivation et la disponibilité de certains membres de son personnel.

Un projet de regroupement sur un seul site des activités du Lacy a pris du retard, ce qui fragilise de fait l'animation interne au sein de l'unité.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Le Lacy bénéficie d'un positionnement stratégique dans l'océan Indien sud-ouest, un bassin cyclonique très actif, et en bordure de la zone intertropicale au carrefour de grandes circulations atmosphériques. Cette situation unique lui permet de développer des thématiques de recherche particulièrement sensibles au changement climatique.

Le Lacy est responsable scientifique de l'Opar, une station labellisée GAW-Global, qui constitue l'une des principales « National facilities » de l'infrastructure de recherche Actris (Actris - France et Actris - ERIC). Il est également affilié à plusieurs réseaux internationaux de référence, tels qu'ICOS, NDACC, Aeronet, Shadoz, Gruan, et bien d'autres.

L'unité s'appuie sur les ressources numériques de Météo-France et joue un rôle clé dans les réseaux d'observation nationaux et internationaux.

Au cours de la période évaluée, le Lacy a démontré sa capacité à obtenir des ressources pour atteindre ses objectifs, notamment grâce aux financements de la région à travers les fonds européens Feder et du programme de coopération territoriale européenne Interreg. Le Lacy collabore également avec la DIROI de Météo-France pour soutenir le Centre de météorologie régionale spécialisée (CMRS) – Cyclones, tandis que les développements réalisés par l'équipe Cyclones sont transférés vers l'opérationnel dans l'ensemble des territoires outre-mer.

Grâce à son positionnement thématique et géographique, le Lacy se distingue comme un acteur majeur dans son territoire, jouant un rôle clé sur le continuum entre recherche fondamentale et aide à la décision. Une part importante de ses activités repose également sur l'utilisation de structures territoriales de premier plan, comme l'Opar, renforçant ainsi son impact.

Points faibles et risques liés au contexte

Dans ce contexte, toute évolution du soutien régional ou aux infrastructures pourrait rapidement affecter les capacités du Lacy à atteindre ses objectifs. Une telle évolution semble se dessiner actuellement, avec la modification de l'accès aux fonds européens Feder.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Le soutien récurrent de ses tutelles représente environ 9 % des moyens financiers disponibles pour l'unité, avec une certaine variabilité annuelle. Ce soutien semble suffisant pour assurer un fonctionnement minimal de l'unité. Ce rapport met en évidence la capacité du Lacy à obtenir des ressources à travers divers appels compétitifs régionaux, nationaux, notamment l'ANR, européens, comme le projet ERA (European research area) – Chair Realistic (centre of excellence in aerosol remote sensing technology and science in the Indian ocean), et même industriels.

Dans le contexte spécifique de La Réunion comme région ultrapériphérique, les projets régionaux, tels que ceux financés par les fonds Feder et Interreg, sont principalement adossés à des financements européens et constituent une source majeure de financement pour les projets. Cela témoigne de l'ancrage solide de l'unité dans son territoire. Au cours de la période d'évaluation, le Lacy a montré une forte croissance initialement basée sur des projets Feder et Interreg régionaux, tandis que, à compter de 2023, l'ERA-Chair Realistic devient la source principale de ressources externes.

L'image positive du Lacy repose essentiellement sur quelques succès récents et importants, et ne reflète pas encore une situation pérenne. Cependant, durant la période d'évaluation, ces succès ont permis au Lacy de fonctionner, de recruter un nombre significatif de CDD et de remplir au mieux ses missions.

Points faibles et risques liés au contexte

Comme mentionné précédemment, les projets régionaux financés par les fonds Feder et Interreg représentent une source majeure de financement pour les projets. Cependant, 2022 marque la fin du cycle des projets Feder et Interreg régionaux pour la programmation 2014-2020, tandis que le cycle suivant (2021-2027) a été lancé en 2023, avec une attribution prévue pour fin 2024 ou début 2025.

Outre ce délai, qui a conduit à une année blanche en 2024, la politique d'accès aux fonds européens par la tutelle universitaire a été modifiée, limitant l'accès à ces ressources pourtant cruciales pour l'unité. Cette évolution pourrait générer une fragilité structurelle au sein du Lacy, réduisant sa capacité à atteindre ses objectifs.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Le Lacy est une unité opérationnelle qui fonctionne de manière transparente, conformément aux principes établis par ses tutelles. En tant qu'unité de taille modeste, certains aspects, tels que l'instauration d'une parité parfaite, peuvent être difficiles à mettre en œuvre, bien que cette volonté soit clairement affichée.

Une politique proactive a été mise en place concernant les aspects hygiène et sécurité, considérés comme des éléments essentiels au sein de l'unité. Cette politique couvre à la fois la qualité de vie au travail et la gestion des risques.

Points faibles et risques liés au contexte

Le Lacy est une unité de taille modeste et relativement isolée géographiquement, ce qui entraîne certaines difficultés à promouvoir son personnel d'appui à la recherche. Cette situation constitue une source de démotivation et contribue à des départs ou des mutations de son personnel.

Les données étant au cœur des travaux du Lacy, l'unité pourrait davantage démontrer sa capacité à stocker et archiver ces données de manière structurée et pérenne.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

Le positionnement géographique du Lacy constitue à la fois une force d'attraction et une faiblesse potentielle. L'adossement de l'unité à des systèmes d'observation et à des outils numériques d'excellence lui confère une grande visibilité, se traduisant par un rayonnement scientifique significatif et une forte compétitivité dans divers appels d'offres. Toutefois, cette attractivité est fragilisée par la difficulté à attirer des talents sur le site, ce qui, compte tenu de la taille du Lacy, pourrait rapidement devenir un problème.

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

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

La principale force du Lacy, au-delà de la qualité de son personnel, réside dans l'excellence de ses infrastructures, notamment ses systèmes d'observation (avec une mention particulière pour l'Opar) et les développements instrumentaux associés. Associée à sa localisation stratégique, cette combinaison crée un ensemble unique à forte valeur ajoutée. Cela se traduit par une implication marquée dans des réseaux et des infrastructures de recherche de niveau européen et international, tels qu'Actris, ICOS, Aeronet, NDACC, Shadoz, ainsi que son rôle dans l'Opar, labellisé GAW-Global par l'Organisation mondiale de la météorologie (OMM) en 2022.

Avec près de dix projets Feder et Interreg régionaux obtenus, le Lacy démontre à travers ses équipements et compétences techniques sa compétitivité dans ces financements spécifiques. Ces succès sont complétés par

des résultats notables à l'ANR et, plus récemment, à l'échelle européenne, où le Lacy est devenu le premier laboratoire ultramarin à obtenir une ERA-Chair, à travers le projet Realistic (2022 - 2027).

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

L'attractivité du Lacy pourrait être rapidement fragilisée par sa dépendance aux fonds régionaux spécifiques (Feder et Interreg), dont l'accès pourrait se durcir à l'avenir en fonction de la politique adoptée par sa tutelle locale.

La taille du Lacy constitue un atout tant qu'elle reste au-delà d'une taille critique. Cependant, tout mouvement de personnel, qu'il soit un renfort ou un départ, peut avoir un impact significatif, pouvant à la fois renforcer ou déséquilibrer l'unité.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

Avec près de 30 publications annuelles en moyenne, la production scientifique du Lacy est excellente et se retrouve dans des revues de grande renommée telles que Science, Atmospheric Chemistry and Physics, Geoscientific Model Development, ou encore Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. Cela témoigne de la recherche de haute qualité menée au sein du laboratoire et de sa valorisation adéquate. Cette dynamique a, par ailleurs, contribué à la reconnaissance internationale du site réunionnais. Le Lacy évolue dans un environnement fortement collaboratif. L'unité est ainsi pleinement intégrée dans sa communauté scientifique.

1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.

2/ La production scientifique de l'unité est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.

3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.

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

La production scientifique du Lacy varie naturellement d'une équipe à l'autre, mais elle reste d'une très grande qualité. Au cours de la période étudiée, le taux moyen de publication est de 2,7 par an et par ETP recherche. Le Lacy apparaît comme premier auteur dans 42 % de ces publications). De plus, 60 % de l'ensemble des publications sont co-signées à l'international. Il est également important de souligner que 22 % des publications proviennent d'initiatives transverses au sein du laboratoire, ce qui témoigne d'une forte dynamique entre les équipes.

Concernant la science ouverte, toutes les publications de rang A sont systématiquement déposées dans HAL (Hyper article en ligne), conformément aux consignes des tutelles.

Le Lacy développe des produits d'aide à la prévision des cyclones en milieu tropical de haute qualité reconnus aux niveaux national et international.

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

Une tolérance, bien que restreinte, est accordée pour les publications dans des revues dites prédatrices.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

Le Lacy remplit ses missions au service de son territoire, tant dans les réflexions sur la prévention des risques naturels et la définition du futur Schéma de prévention des risques naturels (SPRN) régional de La Réunion, que dans l'amélioration de la prévisibilité des cyclones et des précipitations intenses. Le Lacy joue un rôle essentiel auprès de divers acteurs territoriaux.

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

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

Les thématiques scientifiques et les recherches menées par le Lacy abordent des enjeux sociétaux essentiels, tels que la qualité de l'air, la santé publique et la gestion des risques. Le Lacy s'investit également activement dans la diffusion des connaissances, en participant à divers événements, notamment des stages d'observation, des visites de l'observatoire du Maïdo, ainsi qu'à des manifestations telles que la Fête de la science ou la Nuit européenne des chercheurs et à travers l'action pédagogique « Sciences Réunion » auprès des scolaires. En outre, les chercheurs du Lacy sont fréquemment invités à prendre la parole lors de conférences - débats et à intervenir dans les médias écrits et audiovisuels. Enfin, le Lacy est également à l'origine de plusieurs productions de films documentaires (Un œil sur l'atmosphère - France TV et TV5 Monde, Hunga Tonga - TV5 Monde, ...) parfois primés dans des festivals de films scientifiques.

En raison de son contexte particulier, le Lacy évolue également à l'interface de l'opérationnel au sein de Météo-France. Une partie de ses développements scientifiques, tels que les produits d'aide à la prévision pour les services de Météo-France dans les territoires d'outre-mer, ainsi que les outils d'aide à la décision diffusés par le CMRS - Cyclones pour le bassin sud-ouest de l'océan Indien, sont transférés vers Météo-France. Ces contributions sont des productions scientifiques de haute qualité.

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

Aucun point faible ni risque n'ont été relevés pour les trois références ci-dessus.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

La trajectoire prise par le Lacy s'inscrit dans la continuité de la réorganisation menée déjà pendant la période courant de fin 2022 à début 2023. Ainsi, l'unité s'articule désormais autour de deux équipes de recherche, « Cyclones et Météorologie Tropicale » (CMT) et « Physico-Chimie de l'Atmosphère » (PCA) et d'un pôle support. Dans cette nouvelle structure, les contours de l'équipe CMT concernent l'étude des systèmes météorologiques des régions tropicales et plus particulièrement sur le bassin sud-ouest de l'océan Indien. Tandis que l'équipe PCA s'intéresse désormais aux processus atmosphériques qui conditionnent la composition de la troposphère et de la stratosphère subtropicale, ainsi qu'à leurs impacts sur le bilan radiatif et sur les tendances à long terme. Le pôle « Supports » regroupe l'ensemble des personnels en charge des développements instrumentaux et des développements numériques, ainsi que de l'administration et de la gestion de l'unité.

Cette réorganisation est logique étant donnée l'érosion des ressources humaines de l'unité. Elle crée deux équipes de taille comparable, tout en dotant ainsi l'unité d'une organisation fonctionnelle qui permet une intelligence collective autour des thèmes scientifiques du Lacy.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

La réorganisation proposée du Lacy est encouragée car elle apparaît convaincante et certainement porteuse de nouvelles opportunités, rendues possible par l'excellence scientifique et la singularité de l'infrastructure locale et par éventuellement un soutien continu des tutelles de l'unité.

Néanmoins, devant l'érosion des ressources humaines de l'unité, le Lacy est encouragé à s'organiser afin de créer des occasions d'attirer des talents. Cela passera par une prise de conscience du potentiel local fort et parfois unique, mais mis à mal par l'éloignement géographique et les coûts associés. Il est recommandé que cette nouvelle organisation soit renforcée par une cohésion accrue au sein des équipes, facilitant l'accueil de nouvelles thématiques ou le recentrage autour des forces en présence, et ainsi consolider la dimension collective de l'unité. Il serait souhaitable d'intensifier et de consolider la collaboration au sein de l'équipe PCA. Des séminaires internes au laboratoire organisés de manière systématique pourraient contribuer à consolider l'unité.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

L'attractivité de l'unité fait face à une dichotomie évidente qui trouve ses racines dans l'excellence des travaux menés et dans sa position géographique. Celle-ci semble être un frein au recrutement et provoque un renouvellement important du personnel, fragilisant certaines activités. Mais c'est ce positionnement qui donne à l'unité toute sa singularité et sa force, renforcé par une infrastructure locale forte. Ce point est à nuancer devant le retard pris par la réorganisation des locaux sur le campus de la Moufia.

Ainsi le Lacy est invité à construire sur cette singularité une politique plus marquée de leadership scientifique accentuant sa visibilité depuis la métropole et donc son attractivité envers les jeunes talents.

Avec une invitation forte à travailler sa dimension collective, devant renforcer sa cohésion et la convivialité interne, l'attraction de l'unité pourrait être renforcée.

Un point, relevant partiellement de l'unité, mais aussi des tutelles, concerne la fragilité de la majorité des doctorants financés localement par la Région qui peuvent se retrouver dans des situations précaires, du fait de retard de la mise en place des contrats doctoraux et de paiements irréguliers. L'unité, avec le soutien des tutelles, devra donc continuer ses efforts pour résoudre cette situation.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

La production scientifique de l'unité est bonne et le restera si la motivation de son personnel est maintenue, voire renforcée, devant la prise de conscience de leur forces et singularités et d'une cohésion interne renforcée. Ainsi, le Lacy devra renforcer son animation scientifique interne afin d'entraîner l'ensemble des personnels dans une dynamique nouvelle soutenue par la réorganisation mise en place.

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

Le Lacy est porteur de nombreuses actions dans ce domaine. Il est encouragé à maintenir ses activités envers la société liées à ses thématiques scientifiques.

RÉPONSES AUX POINTS D'ATTENTION DES TUTELLES

Étant donné ses spécificités scientifiques et géographiques, le LACY est fort logiquement une unité ambitieuse. Cette ambition pourra être portée par la nouvelle réorganisation de l'unité qui crée un contexte favorable à son évolution, à la condition d'un renforcement de la cohésion au sein de ces nouvelles équipes et particulièrement l'équipe « Physico-Chimie de l'Atmosphère » (PCA). C'est en effet celle-ci qui est l'objet d'une refonte plus marquée. Elle doit être encouragée à mener son projet.

Les opportunités qui attendent le Lacy sont certainement fortes, car cette unité est unique dans le contexte d'observation et de prévisions dans cette Région de l'océan Indien. Devant tenir compte de l'érosion de ses ressources humaines, le Lacy pourra éventuellement se recentrer sur certaines de ses spécificités, ce qui est déjà initié dans sa nouvelle réorganisation.

Évidemment, celle-ci est fragilisée à ce stade par l'absence d'une nouvelle direction identifiée. Ainsi, il est de la mission des tutelles d'aider l'unité à identifier une nouvelle équipe de direction pouvant s'insérer sereinement dans le contexte de cette nouvelle organisation tout en veillant à maintenir son potentiel de recherche.

La productivité scientifique de l'unité est bonne et le restera avec un personnel motivé par le soutien de ses tutelles.

L'amélioration des locaux qui permettra de créer un espace cafétéria de convivialité et des bureaux d'accueil, pour les collègues des autres sites de l'unité, pourrait faciliter la collaboration entre les chercheurs au sein du laboratoire.

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE OU PAR THÈME

Équipe 1 : Stratosphère

Nom du responsable : M. Hassan Bencherif

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Stratosphère s'intéresse au bilan de la stratosphère tropicale impactée par le changement climatique. Ses recherches s'appuient sur les observations à l'observatoire du Maïdo, complétées par des réseaux d'observations et des collaborations nationales et internationales. L'équipe réalise ses études selon trois axes thématiques focalisés sur les tropiques : ondes et transport dans la stratosphère tropicale, bilan et variabilité des aérosols et du CO, variabilité de l'ozone stratosphérique et des rayonnements UV, complétés par l'analyse et la modélisation des séries temporelles. Depuis décembre 2023, les membres de cette équipe ont intégré l'équipe « Physico-chimie de l'Atmosphère » (PCA).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent comité avait formulé les trois recommandations suivantes :

L'équipe doit maintenir son intense activité de collaboration internationale. Les nombreux outils développés pourraient être valorisés et mis à la disposition de la communauté scientifique de manière plus large :

En s'appuyant sur son expertise, l'équipe a non seulement consolidé des collaborations internationales existantes (comme avec l'Afrique du Sud et le Brésil), mais en a démarré de nouvelles (p. ex., autour de l'océan Indien, avec le Maroc et l'Espagne). Le partage des outils développés se fait par des thèses en cotutelles, des séjours scientifiques, et des mobilités pour formation.

L'équipe pourrait accroître ses interactions avec l'équipe troposphère concernant les thématiques communes. Une ouverture de son réseau sur les autres activités du Lacy serait bénéfique :

L'intégration dans la nouvelle équipe PCA a permis de renforcer les interactions entre chercheurs. PCA s'intéresse au continuum de la basse troposphère à la stratosphère. Des études sur les propriétés optiques des aérosols, leur transport dans l'UT-LS (upper troposphere – lower stratosphere) tropicale, les événements extrêmes dans l'océan Indien ont abouti à plusieurs publications communes.

Le projet scientifique apparaît robuste et réalisable dans la mesure où le flux de doctorants/postdoctorants serait maintenu :

Ceci fut le cas pendant la période considérée, avec six thèses soutenues et quatre prévues en 2024 (dont 6 cotutelles). Plusieurs projets internationaux ont été démarrés, dont un très important avec le programme Interreg-5 sur l'ozone et le rayonnement ultraviolet.

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

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

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe a maintenu une production scientifique importante et s'est fortement impliquée dans l'enseignement. Elle contribue également au rayonnement international du Lacy et de l'université de La Réunion grâce à des collaborations internationales importantes (pays de l'océan Indien : Madagascar, Seychelles, etc., mais aussi Brésil, Maroc, Espagne).

Elle est responsable des radiosondages LOAC (Light optical aerosols counter) pour déterminer la concentration et la taille des particules solides et liquides dans l'air, du lidar stratosphérique et du spectromètre ultraviolet (SAOZ - Système d'analyse par observation zénithale).

Elle contribue à six thématiques (et sous-thématiques) de la trajectoire de l'équipe PCA. Les collaborations internes à PCA apparaissent peu nombreuses.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est très active dans la recherche profitant de ses collaborations internationales et de son implication forte dans l'éducation au niveau des enseignements en licence de physique, en master RNET (Ressources et risques naturels des environnements tropicaux), des thèses en cotutelles ainsi que des accueils de stagiaires. Avec la Direction des relations internationales de l'université de La Réunion, des membres de l'équipe ont mis en place des projets de mobilité croisée (mobilité internationale avec des crédits Erasmus+) avec l'Afrique du Sud et Madagascar. L'équipe continue également de collaborer avec des partenaires internationaux dans le cadre de projets franco-brésiliens (projet AEROBI : aerosol observation over Brazil and impacts) et franco-sud-africains (ARSAIO : Atmospheric research in Southern Africa and Indian Ocean).

Les membres de l'équipe sont responsables des mesures de concentration et de taille des particules solides et liquides dans l'air réalisées lors de radiosondages de LOAC, des mesures d'ozone stratosphérique par lidar (NDACC) et des mesures de l'ultraviolet par spectrométrie (SAOZ), qui fournissent des données précieuses sur l'état de l'atmosphère dans l'hémisphère Sud. Ils ont également développé des outils numériques sophistiqués pour l'interprétation de longues séries de données *in situ* et satellitaires (méthode EAWD – Empirical Adaptive Wavelet Decomposition), qui sont mis à disposition de la communauté scientifique par des échanges de chercheurs et chercheuses, et d'accueil de stagiaires et de doctorants dans le cadre des thèses en cotutelles. Grâce aux thèses cotutelles, l'équipe a pu attirer de jeunes chercheurs et augmenter ainsi son attractivité.

L'équipe a maintenu sa productivité scientifique, avec 41 % des publications dans des revues internationales de très bonne qualité. Quelques publications sont cosignées avec des membres de l'ex-équipe Troposphère

comme celles de Baron et al. (GRL, 2023) sur la formation rapide d'aérosols par oxydation du SO₂ injecté par l'éruption du volcan Hunga Tonga simultanément avec de grandes quantités de vapeur d'eau, ou de Sicard et al (ACP 2025) qui évaluent l'impact radiatif de ces injections au-dessus de La Réunion. Outre la collaboration et les résultats innovants, ces études ont démontré la capacité des lidars à effectuer des mesures jusqu'à une altitude record pour des observations lidar terrestres. Plusieurs résultats de l'équipe tirés de l'analyse des observations sont remarquables, comme la démonstration que les échauffements stratosphériques soudains réduisent significativement le trou dans la couche d'ozone, l'importance de l'impact de l'Oscillation quasi biennale et du cycle solaire dans la variabilité d'ozone stratosphérique.

L'intégration de cette équipe dans la nouvelle équipe PCA, déjà mise en place, permettra d'augmenter la collaboration interne à PCA.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe fonctionne avec un grand nombre de personnels temporaires (doctorants, CDD) et risque donc de perdre en expertise avec le départ de ces derniers. De plus, le départ de personnels permanents (2 chercheurs CNRS, 2 enseignants-chercheurs, 1 physicien) pour deux arrivées a réduit les effectifs de l'équipe, ainsi que sa capacité d'encadrement des jeunes chercheurs.

La pénurie de techniciens pour maintenir le bon fonctionnement des instruments oblige les enseignants-chercheurs à consacrer une partie de leur temps de recherche à cette tâche.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe est analysée dans la nouvelle équipe PCA.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Les recommandations sont faites dans le cadre de la nouvelle équipe PCA.

Équipe 2 : Troposphère
Nom du responsable : M. Jérôme Brioude

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Troposphère s'intéresse à la composition chimique de l'atmosphère et aux processus dynamiques et de transport qui gouvernent la troposphère. Les études sont déclinées dans trois thématiques qui se déploient toutes dans le sud-ouest de l'océan Indien. L'équipe s'intéresse tout d'abord à la physico-chimie de la zone de transition haute troposphère - basse stratosphère. Ce thème a d'ailleurs donné le nouveau nom de la nouvelle équipe (Physico-chimie de l'atmosphère) à partir de décembre 2023. Le deuxième thème porte sur les processus dynamiques de transport et de convection dans la couche limite. Le dernier thème porte sur l'étude des émissions de composés en traces, avec une distinction faite entre les émissions naturelles, et celles liées aux activités humaines, et sur leur impact dans la composition chimique de la basse troposphère.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations faites à l'équipe Troposphère portaient essentiellement sur trois points.

Concernant les produits et activités de la recherche, le comité avait reconnu à l'équipe les compétences nécessaires pour mener des thématiques de recherche originales dans sa région d'intérêt. Le comité suggérait aux membres de l'équipe de prendre plus souvent un rôle de leader (sous la forme de meilleures places dans la liste des auteurs des articles) pour amplifier la valorisation de leurs travaux. Le comité préconisait aussi d'accroître les liens avec des partenaires privés, ainsi que de renforcer l'implication de membres de l'équipe dans les comités d'experts.

L'équipe a maintenu un très bon taux de publication malgré le départ (entre 2020 et 2022) de deux membres, compensé fin 2023 par l'arrivée de deux permanents de l'équipe Stratosphère. Les revues dans lesquelles l'équipe publie sont d'un niveau très bon à excellent (2 articles dans Science), et les membres de l'équipe ont signé des articles en premier ou second auteur. Un projet de collaboration a été mené avec une entreprise (RéuniWatt). Des membres de l'équipe participent à des groupes d'experts (Groupe opérationnel national – Gon - Lidar et au Comex Actris). Des responsabilités pédagogiques ont aussi été prises.

Concernant l'organisation de la vie de l'équipe, le comité proposait d'amplifier l'organisation de séminaires internes dédiés à présenter des résultats scientifiques et à échanger des informations liées à l'administration de la recherche. La période évaluée (2018-2023) recouvre les années de perturbation liée au Covid. L'équipe a néanmoins continué à organiser des réunions régulières pendant cette période, et mentionne l'organisation d'une journée scientifique d'équipe (en 2021).

Concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet, le comité saluait un projet scientifique apparaissant comme robuste et réaliste à la condition que le flux de doctorants et postdoctorants se maintienne. Cela a été le cas avec six thèses soutenues pendant la période. Les membres de l'équipe ont su répondre avec succès à un large panel d'appels à projets locaux, nationaux, européens (Interreg, Feder, OMNCG, DRI, Partenariats Hubert Curien, mobilité internationale de crédits – MIC – du programme Erasmus+, LEFE – Les enveloppes fluides de l'environnement) et avec une entreprise (RéuniWatt). Le bilan de l'équipe dépasse les objectifs initialement annoncés, notamment avec le développement d'une thématique transverse autour du développement d'outils et de méthodes numériques complexes, et plus largement, avec le traitement de données dans les domaines de la géophysique et de l'environnement. L'arrivée d'un professeur titulaire d'une ERA Chair a largement contribué à ce développement.

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

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

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe Troposphère montre un dynamisme fort avec un taux de publication élevé et un taux d'encadrement de doctorants tout aussi méritoire compte tenu de l'éloignement du Lacy des formations de master. Cela montre une bonne attractivité de l'équipe pour ces étudiants. Elle a bénéficié du dynamisme de ses chercheurs, et des bonnes interactions avec les autres équipes du laboratoire, en particulier avec l'équipe Cyclones. Les membres de l'équipe ont su répondre avec succès à différents types d'appel à projets ce qui leur a permis d'assurer la présence d'un nombre important de doctorants et de postdoctorants. L'équipe contribue au développement du parc instrumental de l'Opar, aux filières de traitement et d'acquisition des données, et à l'utilisation de ces données dans un grand nombre de projets. L'équipe a un savoir-faire reconnu sur l'instrumentation ce qui lui a permis de participer à plusieurs campagnes de mesures au cours de la période évaluée.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les membres de l'équipe ont maintenu un fort taux de publication tout au long de la période évaluée, dont une fraction significative avec les membres de l'équipe Cyclones. 18 des 21 articles publiés l'ont été dans les revues qui sont préconisées par la Coalition for advancing research assessment (CoARA) et respectent en cela les recommandations du CNRS. Les membres de l'équipe ont donc majoritairement essayé de viser des journaux de qualité afin que leurs articles soient évalués par un processus d'évaluation conforme aux meilleurs standards internationaux.

Les compétences des membres de l'unité sont reconnues à travers la participation à des comités d'experts (Actris-FR, Actris, NDACC, GON, ANR Comité d'évaluation scientifique CES01 Terre solide et enveloppes fluides, section SCOA du CNAP – Surfaces continentales, océan, atmosphère du Conseil national des astronomes et physiciens). La reconnaissance de ces compétences dans la communauté scientifique leur a aussi permis d'organiser une conférence internationale (Gruan Implementation and coordination meeting – ICM 14, La Réunion 2022) portant sur la valorisation des données d'observation obtenues par radiosondages. Enfin, ces compétences sont reconnues par la responsabilité éditoriale au sein du journal de référence ACP (Atmospheric chemistry and physics), et plus ponctuellement en tant qu'éditeur invité dans le journal PNAS (Proceedings of the national academy of sciences).

L'équipe a su être attractive pour accueillir un nombre important de doctorants (6) qui ont été encadrés efficacement, avec à la clé un bon taux de publication (moyenne de 5 articles par doctorant) en tant que

premier ou deuxième auteur. Le flux important de doctorants et de postdoctorants a pu être maintenu à un niveau élevé grâce à des financements propres sur des projets de recherche obtenus en réponse à des appels à projets nationaux, internationaux et européens compétitifs. Au niveau européen et international, deux projets OCTAVE (Composés organiques oxygénés dans l'atmosphère des tropiques : variabilité et échanges entre l'atmosphère et la biosphère, appel d'offre Belgian Science Policy Office) et Realistic (H2020) ont été obtenus. Au niveau régional ou national, plusieurs projets ont été financés par les programmes nationaux (LEFE), par la structure fédérative locale OMNCG, par le Centre national d'études spatiales (Cnes) dont MAP-IO (Marion Dufresne atmospheric program – Indian ocean), et par les fonds Feder (ESPOIRS – Étude des systèmes précipitants dans l'océan Indien par radar et satellites). Une chercheuse de l'équipe a aussi eu le mérite d'obtenir un financement par l'ANR au titre de l'appel à projets Jeunes Chercheuses et Jeunes Chercheurs (projet CONCIRTO – Influence de la convection et des cirrus sur la haute troposphère - basse stratosphère au-dessus de l'océan Indien).

L'équipe a des compétences reconnues en conduites de campagne de mesures, notamment sur les sondages verticaux dans l'atmosphère. En marge du projet CONCIRTO, ces compétences ont été utilisées pour étudier l'impact du panache du volcan sous-marin Hunga Tonga - Hunga Ha'apai lors de son éruption en janvier 2022. Les travaux menés ont permis d'estimer l'injection de vapeur d'eau dans la stratosphère liée à cette éruption, et d'étudier la destruction de l'ozone stratosphérique et la formation concomitante d'aérosols. Trois articles de premier plan avec un apport significatif à la connaissance ont été publiés dans des revues de qualité (dont un dans Science).

Les travaux de l'équipe reposent par ailleurs de façon importante sur les données acquises à partir des équipements présents à Opar. Un grand nombre de ces instruments sont utilisés dans le cadre des Services nationaux d'observation (SNO) du CNRS Terre&Univers et des IR, par exemple le SNO Aeronet, ou l'IR Actris. Les chercheurs de l'équipe bénéficient de la qualité des équipements de pointe et des compétences techniques des personnels qui permettent une stratégie de développement et de maintenance active de ces instruments dans le cadre de l'Opar.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe peine à maintenir un nombre de personnes constant ou à augmenter ses effectifs. Pendant la période évaluée, deux personnels permanents ont quitté l'équipe. Dans le même temps l'équipe a été rejointe par le lauréat du projet ERA-Chair (2022-2027), puis par deux personnes en provenance de l'équipe Stratosphère (2023). Concernant ce dernier point, on peut s'interroger sur les interactions qui pourront naître de cet apport dans l'équipe. En effet, avant la venue de ces deux personnels dans l'équipe, très peu de publications avaient été signées en commun entre les deux équipes.

L'absence de personnel technique d'appui à la recherche met en évidence que l'équipe est entièrement dépendante des personnels de l'Opar pour l'acquisition des données à partir des instruments labélisés et les soutiens pour les campagnes de terrain ou les développements instrumentaux.

L'équipe a fonctionné pendant la période avec un grand nombre de personnels en CDD, des doctorants, et des postdoctorants. Ce type de fonctionnement peut aboutir à des pertes de savoir-faire sur le long terme si les transferts de compétences ne sont pas sécurisés dans l'équipe. Cette tendance n'est pas propre à l'équipe car elle semble se retrouver aussi à l'échelle du laboratoire.

L'équipe mène un grand nombre de campagnes de mesures et engrange un grand nombre de données issues de ces expériences. L'équipe n'a certainement pas la capacité de traiter l'intégralité de ces données qui sont peut-être sous-exploitées par manque de temps ou de ressources humaines.

Les interactions avec des entreprises privées restent marginales alors que des résultats des recherches menées semblent suffisamment matures pour être repris dans des activités opérationnelles.

L'équipe n'a pas suffisamment d'interactions avec la société. Il semble étonnant que compte tenu des thèmes traités dans l'équipe, aucune présentation à destination du grand public ou d'intervention dans des débats de société n'ait été réalisée.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe est analysée dans la nouvelle équipe PCA.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Les recommandations sont faites ci-après dans le cadre de la nouvelle équipe PCA.

Équipe 3 :

Cyclones

Nom du responsable : Mme Sylvie Malardel

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Cyclones vise à améliorer les connaissances et la modélisation des cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien, où leur prévision reste limitée. Elle développe des outils d'aide à la prévision opérationnelle, comme les outils diagnostiques et de visualisation Cyclade (analyse des performances des modèles opérationnels de prévision du temps, sur l'ensemble des bassins cycloniques de la planète) et Weather 3D, et participe à l'amélioration des modèles numériques pour la prévision opérationnelle tels qu'Arome-OI (Applications of research to operations at mesoscale - Océan Indien) en intégrant des paramétrisations spécifiques, répondant aux besoins de Météo-France et du CMRS-Cyclone de La Réunion. Elle mène aussi des travaux de recherche fondamentale à l'aide de modèles numériques (Arome, Meso-NH - modèle atmosphérique de méso-échelle non-hydrostatique), visant à améliorer la compréhension de la multitude de processus qui pilotent les variations d'intensité des cyclones tropicaux.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Concernant les produits et activités de recherche, le comité recommandait de renforcer la modélisation océan-atmosphère à échelle fine tout en évitant une dispersion sur les thématiques saisonnière et climatique, privilégiant des collaborations sur ces sujets.

L'équipe a consolidé son expertise en couplage océan-vagues-atmosphère et observation, limitant son engagement direct sur le climat. Grâce aux projets Pissaro (Prévisions intra-saisonnière à saisonnière avec AROME) et ReNovRisk-CP (Recherche intégrée et Innovante sur les risques naturels - Cyclones et précipitations), elle a acquis une expertise en prévision mensuelle et soutenu le CMRS-Cyclones avec de nouveaux outils.

Le comité suggérait d'intensifier l'animation scientifique par des réunions plus fréquentes. En réponse, l'équipe a instauré des réunions bimestrielles, favorisant les échanges entre sites. Elle a aussi engagé des activités de cohésion et maintenu la participation des stagiaires à la Matinée des Stagiaires du Lacy.

Le comité recommandait de maintenir l'étude des processus à petite échelle par l'usage de modèles, en veillant à la validation des avancées et suivre les évolutions internationales sur l'assimilation de données. Il insistait sur l'évaluation d'Arome-WW3-Nemo et sur l'exploration des simulations d'ensemble Arome-PE.

L'équipe a renforcé son expertise sur les processus à petite échelle à l'interface air-mer et a développé un système couplé océan-vagues-atmosphère-aérosols dont la validation a donné lieu à deux publications. L'équipe a également travaillé sur l'assimilation de données en mode couplé océan-atmosphère et les travaux ont permis d'approfondir les connaissances sur les méthodes de perturbation et le développement d'un ensemble d'assimilation pour l'océan. Son travail alimente les modèles opérationnels et soutient la gestion des risques, tandis que le Lacy joue un rôle clé dans le transfert des connaissances vers l'opérationnel et la société.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	4
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	1
Sous-total personnels non permanents en activité	2
Total personnels	7

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe Cyclone est dynamique, avec un fort taux de publications et d'encadrement d'étudiants, témoignant de son attractivité. Elle a obtenu des financements régionaux pour des équipements et des jeunes chercheurs. Elle bénéficie des ressources de Météo-France pour réaliser ses simulations. Son dynamisme repose sur de bonnes interactions, notamment avec l'équipe Troposphère. Elle contribue à l'amélioration des outils de prévision numérique et a construit un solide réseau académique local pour anticiper le risque cyclonique dans un contexte de changement climatique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe Cyclones se distingue par son dynamisme, sa reconnaissance internationale, son collectif fort et son attractivité scientifique. Elle est aussi fortement impliquée dans des instances de recherche locales (conseil de l'Observatoire des sciences de l'Univers – Réunion), nationales (Conseil national des universités – CNU – section 37) et internationales (Tropical cyclone committee, International workshop on tropical cyclones). Ses membres participent à des formations et ateliers de l'Organisation mondiale de la météorologie (OMM) et du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) et sont régulièrement invités à des conférences et comités scientifiques. L'équipe est ouverte sur le monde et collabore avec des équipes internationales (Taiwan, Japon). Elle encadre chaque année des stagiaires et doctorants, facilitant leur insertion dans la recherche opérationnelle à travers des collaborations avec le Diroi et l'École nationale de météorologie.

L'équipe a obtenu des financements Feder, Interreg (ReNovRisk-Cyclones, Pissaro, STORM-IO - Sea Turtles for Ocean Research and Monitoring – Océan Indien) et ANR (Mica - Mesure de l'Intensité des Cyclones par des Aéroclippers), permettant l'acquisition d'équipements et le déploiement d'instruments d'observation. Ces financements permettent le recrutement de postdoctorants et de financer des missions, renforçant son expertise et ses réseaux. Elle bénéficie d'un accès privilégié aux ressources de Météo-France, incluant des données d'observation et des moyens de calcul performants. L'appui de Météo-France en intelligence artificielle renforce ses capacités.

L'équipe développe des outils de prévision comme Cyclade et Weather 3D et a étudié des pistes d'amélioration pour AROME-OI : l'assimilation de données et le couplage océan-atmosphère et atmosphère-vagues. Elle joue un rôle clé dans la prévision des cyclones tropicaux et l'anticipation des risques climatiques.

Son travail bénéficie directement au CMRS-Cyclones de La Réunion et améliore l'anticipation des événements extrêmes en étudiant les interactions entre cyclones et grands modes dynamiques. L'équipe publie régulièrement dans des revues de référence (Atmosphere, Journal of geophysical research – Atmospheres, etc.) et représente 30 % des publications du laboratoire.

L'équipe a bâti un réseau académique et opérationnel pour anticiper les risques cycloniques dans un contexte de changement climatique. Avec les projets RenovRisk et Pissaro, elle a intégré la coproduction d'outils d'aide à la décision en collaboration avec la Piroi (Plateforme d'intervention régionale de la Croix-Rouge dans l'océan Indien) pour valoriser les données de prévision et soutenir la gestion des risques.

Elle participe à des événements de vulgarisation scientifique et communique sur ses recherches (Fête de la science, Nuit européenne des chercheurs, etc.). Plusieurs reportages et films scientifiques ont mis en lumière son expertise auprès du grand public.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe bénéficie d'un accès privilégié aux ressources de Météo-France, mais le départ récent d'un ingénieur de recherche spécialisé sur Mésos-NH et Arome fragilise la continuité des simulations malgré le recours au support distant du CNRM (Centre national de recherches météorologiques) et à un plan de formation des chercheurs. La forte dépendance aux financements de projets Feder pour le recrutement de postdoctorants et de personnels techniques rend l'équipe vulnérable.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe bénéficie d'un environnement scientifique favorable et de collaborations stratégiques sur l'étude des cyclones tropicaux. Le développement de systèmes couplés multi-composantes (océan-vagues-atmosphère-aérosols) et l'essor de l'intelligence artificielle offrent de nouvelles perspectives pour la prévision et la gestion des risques cycloniques.

Grâce à ses compétences et ses collaborations, l'équipe Cyclones est bien positionnée pour renforcer son impact scientifique et opérationnel sur la recherche et la gestion des risques, en développant des approches intégrées et transdisciplinaires.

La trajectoire de l'équipe est analysée dans la nouvelle équipe Cyclones et météorologie tropicale.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La diversification des sources de financement, notamment par des projets hexagonaux et européens, devrait être encouragée pour assurer une meilleure stabilité.

Un renforcement local du soutien technique pour la réalisation des simulations Mésos-NH et Arome est nécessaire et devra être recherché.

Équipe 4 :

PCA : Physico-chimie de l'atmosphère

Nom du responsable : M. Michaël Sicard

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Cette nouvelle équipe résulte du regroupement de membres des précédentes équipes Troposphère et Stratosphère. L'évaluation concerne uniquement l'analyse de la trajectoire de la nouvelle équipe.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe, renommée Physico-chimie de l'atmosphère en 2023, est organisée en cinq thématiques, dont une subdivisée en quatre axes, portée par deux chercheurs provenant chacun d'une des deux équipes Stratosphère et Troposphère. Les objets d'étude se résument aux trois paramètres que sont les aérosols, l'ozone, et le rayonnement ultraviolet, tout en tenant compte de la dynamique atmosphérique, tous d'intérêt pour leur impact sur le climat et les sociétés. Les thèmes proposés sont en lien direct avec ceux qui ont été traités dans les deux précédentes équipes et qui ont alimenté l'équipe PCA.

Les objectifs scientifiques de l'équipe restent très ambitieux et sont abordés à travers un grand nombre de collaborations et de partenariats avec des laboratoires français et internationaux, et dans de nombreux projets de recherche (une quinzaine). Ces recherches reposent toujours pour une très grande majorité sur des paramètres mesurés par le parc instrumental de l'Opar, et dans une moindre mesure sur la modélisation, le tout complété par l'utilisation de produits satellite. Une partie des instruments de l'Opar, dont les membres de l'équipe PCA bénéficient, sont inclus dans des SNO du CNRS Terre&Univers et IR (NDACC, Aeronet, Actris) apportant de la visibilité aux actions de l'équipe sur le long terme. La thématique 1 sur les aérosols atmosphériques est découpée en quatre axes dans lesquels on retrouve des membres des précédentes équipes Stratosphère et Troposphère, soit séparément (bilan, variabilité et poussières désertiques pour l'équipe Stratosphère, émissions marines pour l'équipe Troposphère), soit en commun (feux de biomasse et volcans). Les sujets d'intérêt de l'équipe Stratosphère se retrouvent par ailleurs dans les thématiques 3 (transport et dynamique) et 4 (ozone et rayonnement UV), et celles de l'équipe Troposphère dans la thématique 2 (ozone et vapeur d'eau).

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe PCA montre un dynamisme quasiment inchangé par rapport au précédent contrat quinquennal et un élargissement des thèmes traités avec la fusion des équipes Stratosphère et Troposphère. Sachant que les effectifs sont restés eux aussi à un niveau identique, les mêmes recommandations de veiller à chercher un équilibre entre les ressources humaines disponibles et les nombreux travaux projetés peuvent être formulées. Cela passera peut-être par la nécessité de prioriser les travaux et thèmes à traiter dans les années à venir pour éviter une dispersion des moyens. Par ailleurs, l'équipe devra veiller à ce que les deux chercheurs porteurs des thématiques et axes de l'équipe ne soient pas débordés par des tâches de gestion les empêchant de mener à bien leur recherche.

Compte tenu des remarques précédentes sur la disponibilité de ressources humaines et le large spectre de thèmes traités, le comité recommande à l'équipe de réfléchir sur sa capacité, en particulier en termes de personnel d'appui à la recherche à se lancer dans le développement technique et de soutenir ses travaux sur le long-terme. Bien qu'un des membres de l'équipe PCA ait la charge d'instruments de l'Opar, le comité doute de la capacité réelle de l'équipe à influencer sur le plan de charge des personnes d'appui à la recherche de l'Opar qui dépendent de l'OSU-Réunion.

Enfin, l'équipe devra être attentive à favoriser les échanges entre chercheurs provenant des deux anciennes équipes ainsi qu'avec les chercheurs ayant rejoint l'équipe dans le cadre du projet d'ERA Chair. Le recouvrement ne se fait actuellement que sur l'axe traitant des émissions en surface liées aux feux de biomasse et aux injections stratosphériques liées aux éruptions volcaniques, et sur la thématique de l'impact radiatif. Il serait souhaitable d'intensifier et de consolider les collaborations au sein de l'équipe PCA. Des séminaires internes au laboratoire organisés de manière systématique pourraient y contribuer. L'amélioration des locaux qui permettra de créer un espace cafétéria de convivialité et des bureaux pour les visiteurs des autres sites de l'unité, pourrait faciliter la collaboration entre les chercheurs de l'équipe, mais, également entre équipes au sein du laboratoire.

Équipe 5 :

CMT : Cyclones et météorologie tropicale

Nom du responsable : Hélène Vérèmes

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'évaluation concerne uniquement l'analyse de la trajectoire de la nouvelle équipe.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'évolution de l'équipe Cyclones vers l'équipe CMT renforce ses compétences en proposant une approche intégrée observation-modélisation, en intégrant l'intelligence artificielle (IA), en consolidant les applications opérationnelles et renforçant l'approche transdisciplinaire pour l'étude des cyclones et des systèmes précipitants et la gestion des risques associés. Elle sera composée de deux chercheurs du CNRS, de deux enseignants-chercheurs de l'université de La Réunion et de trois chercheurs et un ingénieur de Météo-France. Elle propose de développer une base de données multi-plateformes combinant observations sol, satellite, océan et atmosphère pour mieux caractériser ces phénomènes et d'employer une approche intégrée observation-modélisation, permettant de valider et d'améliorer les paramétrisations physiques des modèles de recherche et opérationnels. Grâce aux ressources de calcul du CEPMMT et de Météo-France, elle réalisera des simulations haute résolution pour affiner la prévision des cyclones et des événements extrêmes.

Un axe nouveau est l'intégration de l'IA pour optimiser le post-traitement des données d'observation et de simulation. En collaboration avec le LAB'IA de Météo-France, cette montée en compétence renforcera l'analyse des prévisions et l'adaptation des modèles numériques.

L'équipe CMT consolidera son engagement opérationnel en améliorant le modèle Arome OM pour la prévision cyclonique, en partenariat avec le CMRS-Cyclones et le CNRM. Elle développera de nouveaux outils d'aide à la prévision, incluant diagnostics et visualisations, facilitant leur intégration dans l'opérationnel.

L'équipe s'impliquera également dans la gestion des risques cycloniques, s'appuyant sur l'expertise acquise à travers les projets ReNovRisk, ESPOIRS et Pissaro. Cette approche transdisciplinaire représentera une thématique entière de recherche pour cette nouvelle équipe dans le but de co-produire des outils d'aide à la décision avec les acteurs du territoire, améliorant ainsi la gestion des crises climatiques.

Enfin, elle continuera à alimenter l'enseignement universitaire et la formation des experts en météorologie tropicale à l'université de La Réunion, au CMRS-Cyclones et à l'OMM, tout en renforçant la diffusion scientifique par des écoles d'été et des événements grand public.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe CMT possède une expertise solide en observation et modélisation des cyclones tropicaux et des systèmes fortement précipitants. Elle propose un projet cohérent avec des axes complémentaires et bien identifiés.

En complément de l'approche par la modélisation, le comité recommande une meilleure exploitation des observations satellitaires. Compte-tenu de sa forte expertise et de l'enjeu autour de la surveillance des cyclones à court et long termes, les contributions de cette équipe aux exercices de prospective des agences spatiales et son implication dans les groupes de travail et comités scientifiques en lien avec les missions spatiales en cours et à venir seront précieuses, notamment pour remédier à la sous-observation de l'océan Indien.

L'équipe souhaite amplifier son rayonnement à l'international en développant des collaborations avec des équipes de l'hémisphère sud (Australie, Afrique du Sud), démarche que le comité appuie.

Un renforcement du soutien technique est essentiel, notamment pour l'exploitation des modèles Mésio-NH et Arome OM. Le départ récent d'un ingénieur de recherche souligne l'importance d'une stabilisation des ressources humaines, notamment pour garantir la continuité des simulations et du développement des outils de prévision.

Enfin, la diversification des financements est un enjeu majeur. La forte dépendance aux projets Feder et Interreg rend nécessaire une stratégie proactive pour intégrer davantage de financements hexagonaux et européens.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATE

Début : 06 février 2025 à 09h00

Fin : 07 février 2025 à 17h00

Entretiens réalisés : en mode hybride (Président et conseiller scientifique Hcéres en présentiel et experts en visioconférences)

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Programme de visite Hcéres – Lacy

Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones

UMR 8105 – CNRS / Université de La Réunion / Météo-France

6 & 7 février 2025

Localisation : Campus universitaire du Moufia, 15 avenue René Cassin - 97490 Saint-Denis

Heures Saint Denis (Heures Paris)

Jour 0 : 5 février

19h00 (16h00) : Dîner de travail (restaurant au centre-ville)

Jour 1 : 6 février (Lacy, Campus universitaire du Moufia, Salle de réunion S4B.1)

11h00 – 11h15 (08h00 – 08h15) : **Accueil du comité et des participants**

11h15 – 11h30 (08h15 – 08h30) : **Introduction de la visite par le conseiller Hcéres** (P. Morin)

Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, représentant·e·s des tutelles, direction de l'unité, responsables des équipes, ouvert au personnel de l'unité

11h30 – 12h30 (08h30 – 09h30) : **Présentation de l'Unité, du bilan global des activités et de son insertion dans le paysage de la recherche locale, régionale, nationale et internationale** (J. Van Baelen, 30 min) + **Discussion** (30 min)

Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, représentant·e·s des tutelles, direction de l'unité, responsables des équipes, ouvert au personnel de l'unité

12h30 – 13h30 (09h30 – 10h30) : **Déjeuner (Pause-Café)**

13h30 – 14h00 (10h30 – 11h00) : **Présentation du Bilan Équipe « Cyclones »** (H. Vérèmes, 15 min) + **Discussion** (15 min)

14h00 – 14h30 (11h00 – 11h30) : **Présentation du Bilan Équipe « Troposphère »** (J. Brioude, 15 min) + **Discussion** (15 min)

14h30 – 15h00 (11h30 – 12h00) : **Présentation du Bilan Équipe « Stratosphère »** (H. Bencherif, 15 min) + **Discussion** (15 min)

Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, représentant·e·s des tutelles, direction de l'unité, responsables des équipes, ouvert au personnel de l'unité

15h00 – 16h00 (12h00 – 13h00) : **Pause-Café (Déjeuner)**

16h00 – 16h30 (13h00 – 13h30) : **Présentation de la trajectoire de l'Unité** (J. Van Baelen, 15 min) + **Discussion** (15 min)

16h30 – 17h00 (13h30 – 14h00) : **Présentation de la trajectoire Équipe « Cyclones et Météorologie Tropicale »** (H. Vérèmes, 15 min) + **Discussion** (15 min)

17h00 – 17h30 (14h00 – 14h30) : **Présentation de la trajectoire Équipe « Physico-Chimie de l'Atmosphère »** (M. Sicard, 15 min) + **Discussion** (15 min)

Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, représentant·e·s des tutelles, direction de l'unité, responsables des équipes, ouvert au personnel de l'unité

17h30 – 18h00 (14h30 – 15h00) : **Remarques sur la situation actuelle et l'évolution de l'UMR vis-à-vis du contexte local, régional, national et international** (J. Van Baelen, 15 min) + **Discussion** (15 min)

Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, représentant·e·s des tutelles, direction de l'unité, responsables des équipes, ouvert au personnel de l'unité

Jour 2 : 7 février (Lacy, Campus universitaire du Moufia, Salle de réunion S4B.1)

11h00 – 12h00 (08h00 – 09h00) : **Rencontre huis clos avec les enseignants-chercheurs et les chercheurs de l'unité**
1 heure Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, personnels concernés de l'unité, sans la direction de l'unité.

12h00 – 12h30 (09h00 – 09h30) : **Rencontre huis clos avec les responsables des équipes**

½ heure Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, personnels concernés de l'unité, sans la direction de l'unité.

12h30 – 13h00 (09h30 – 10h00) : Rencontre huis clos avec les personnels d'appui à la recherche, administratifs et techniques et CDD administratifs et techniques de l'unité

½ heure Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, personnels concernés de l'unité, sans la direction de l'unité.

13h00 – 14h00 (10h00 – 11h00) : Déjeuner – Pause-Café

14h00 – 14h30 (11h00 – 11h30) : Rencontre huis clos avec les doctorants, postdoctorants et CDD Recherche de l'unité

½ heure Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, personnels concernés de l'unité, sans la direction de l'unité.

14h30 – 14h45 (11h30 – 11h45) : Rencontre huis clos du comité d'experts

1 heure Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres

14h45 – 15h45 (11h45 – 12h45) : Rencontre huis clos avec les tutelles

1 heure Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, représentant·e·s des tutelles, sans la direction de l'unité.

15h45 – 16h45 (12h45 – 13h45) : Pause-Café (Déjeuner)

16h45 – 17h15 (13h45 – 14h15) : Rencontre huis clos avec la direction de l'unité

½ heure Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, direction de l'unité.

17h15 – 17h45 (14h15 – 14h45) : Rencontre huis clos du comité d'experts

1 heure Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres

17h45 – 18h00 (14h45 – 15h00) : Message de conclusion du Président

½ heure Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, direction de l'unité.

18h00 (15h00) Fin de la visite

Jour 3 : 10 février

9h30 – 12h30 : Visite des installations de l'Observatoire du Maïdo

POINTS PARTICULIERS À MENTIONNER

L'évaluation de l'unité mixte de recherche Lacy a été réalisée avec la présence du président du comité d'évaluation (Christian George) et du conseiller scientifique Hcéres dans les locaux de l'unité à La Réunion et la présence en visio conférences des autres membres du comité.

Une visite des installations de l'Observatoire du Maïdo a été réalisée le 10 février matin en présence du président du comité d'évaluation (Christian George) et du conseiller scientifique Hcéres.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

La Réunion, le 25 juin 2025
Monsieur Eric SAINT-AMAN
Directeur du Département d'évaluation de la recherche
HCERES – Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur
2 rue Albert Einstein - 75013 Paris

Objet : Rapport HCERES – DER-PUR260025081 - LACY - Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones

Monsieur le Directeur,
Cher collègue,

L'Université de La Réunion a pris connaissance du rapport d'évaluation pour l'unité de recherche LACy. Nous tenons à remercier vivement le comité d'expert-es et son Président, Monsieur Christian GEORGE, pour la qualité des travaux menés, la pertinence des échanges, et la richesse du rapport établi à l'issue de la visite en hydride le 6 et 7 février 2025.

Nous vous prions de bien vouloir trouver en attaché un courrier général, ainsi qu'un relevé de points à corriger formulées par la direction de l'unité.

Au nom de l'Université de La Réunion, je vous prie d'agréer, Monsieur le directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Pr Jean-François HOARAU
Président de l'Université

Par délégation du Président de l'université,
Le vice-Président du Conseil d'Administration
en charge de la Recherche et de la Valorisation



Dr. HDR Dani OSMAN

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

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



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

