

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

Cerea - Centre d'enseignement et de
recherche en environnement atmosphérique

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

École des Ponts ParisTech,
Électricité de France - EDF

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E



Au nom du comité d'experts :

Pierre Tulet, 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 au nom de l'unité.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président : M. Pierre Tulet, Centre national de la recherche scientifique - CNRS, Toulouse

Experts : M. Marc Bonnet, École nationale supérieure de techniques avancées / Institut polytechnique de Paris, Palaiseau (représentant Comeval)
M. Romain Pennel, École polytechnique / Institut polytechnique de Paris, Palaiseau (représentant du personnel d'appui à la recherche)

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Pascal Morin

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

M. Jérôme Lesueur, Directeur-Adjoint Enseignement et Recherche École des Ponts ParisTech
M. Étienne Brière, Directeur Scientifique R&D, EDF

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique
- Acronyme : Cerea
- Label et numéro : RNSR 200320606P
- Composition de l'équipe de direction : M ; Patrick Massin, directeur ; M. Marc Bocquet, directeur adjoint ; M. Martin Ferrand, directeur adjoint

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies
ST3 Sciences de la Terre et de l'Univers
ST5 Sciences pour l'Ingénieur

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le Cerea s'organise autour d'une équipe structurée en trois thèmes. Le thème T1 « Observation et modélisation des processus physiques dans la couche limite atmosphérique » couvre les études des écoulements turbulents à microéchelle, les transferts d'énergie entre l'atmosphère et un environnement urbanisé, la dispersion de polluants en lien avec les risques industriels et les écoulements à l'intérieur des bâtiments. Ce thème intègre une approche observation-modélisation à travers le déploiement et l'utilisation d'un parc instrumental de mesure météorologique sur le site instrumenté du Sirta – Site instrumental de recherche par télédétection –, situé à Palaiseau, et l'exploitation et le développement de la microéchelle atmosphérique au sein du modèle « code_saturne » d'EDF.

Le thème T2 « physicochimie de la qualité de l'air » s'intéresse à la modélisation de la pollution atmosphérique avec une attention particulière sur le transport, l'évolution de la composition chimique gazeuse et des aérosols. Les membres de cette thématique proposent des études d'impact par des exercices de modélisation 3D depuis l'échelle urbaine (en lien avec le thème T1 jusqu'à la mésoéchelle (échelle régionale)). Ils ont notamment développé le module SSH (Soap Scram H2O) -aerosol (utilisé sur plusieurs plateformes de modélisation communautaires comme Polair3D/Polyphemus (plateforme de simulation pour la recherche en qualité de l'air), Munich (Model of urban network of intersecting canyons and highways), code_saturne, OpenFoam (modèles de mécanique des fluides), Chimere (modèle de chimie et de transport de simulation de la pollution photooxydante et particulaire des basses couches de l'atmosphère) ou Mocage (Modèle de chimie atmosphérique de grande échelle).

Le dernier thème T3 « assimilation des données, méthodes inverses et machine learning » se focalise sur les méthodes mathématiques d'utilisation des données d'observation pour l'initialisation et la réduction des erreurs des modèles météorologiques. Les membres de cette thématique travaillent en particulier sur des formalismes mathématiques hybrides permettant de faire le lien entre les techniques d'assimilation (4Dvar, filtres de Kalman) et les techniques d'apprentissage profond par réseau neuronal.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Créé en 2003 par l'École Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC) puis laboratoire commun avec EDF Recherche et Développement dès 2004, le Cerea est une unité de recherche spécialisée sur la pollution de l'air et la micrométéorologie des basses couches atmosphériques.

La quarantaine d'agents du Cerea sont localisés à Chatou (sur le site d'EDF-lab) et à Champs-sur-Marne (à l'ENPC). Les deux sites sont distants d'une soixantaine de kilomètres. Un troisième lieu d'activité du Cerea concerne le site instrumenté (SI) du Sirta (plateau de Saclay) où le laboratoire a déployé un dispositif instrumental d'observation de l'atmosphère.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Le Cerea est sous la double tutelle d'EDF et de l'ENPC. Au niveau académique, le Cerea est membre de la fédération de recherche Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL) et est rattaché à l'Observatoire des sciences de l'Univers (Osu) Enveloppes fluides de la ville à l'exobiologie (Efluve). Il participe au développement du site instrumenté Sirta rattaché à l'infrastructure de recherche Actris (Aerosols, clouds and trace gases). Le Cerea bénéficie également de l'environnement de la cité Descartes grâce à l'i-site (Initiative science-innovation-territoires-économie) Future (French university on urban research and education) de la Comue (communauté d'universités et établissements) Paris-Est composé de 1 200 chercheurs et 34 laboratoires de recherche. Il était également intégré au réseau scientifique institutionnel et économique régional Dim (Domaine d'intérêt majeur) Qi2 (Réseau Qualité de l'air, impacts sanitaires et innovations technologiques et politiques), piloté par l'UPEC, qui étudiait la qualité de l'air.

En termes d'enseignement, le Cerea est intégré au programme doctoral Miscea (Modelling and interdisciplinary science for the ecological transition) de l'ENPC sur la transition écologique et membre de l'EUR (École universitaire

de recherche) IPSL-CGS (Climate graduate school). Enfin, le Cerea est inséré dans l'alliance européenne pour l'enseignement supérieur Eelisa (European engineering learning innovation and science alliance).

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	3,5
Chargés de recherche et assimilés	5,5
Personnels d'appui à la recherche	6,5
Sous-total personnels permanents en activité	15,5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	5
Post-doctorants	7
Doctorants	12
Sous-total personnels non permanents en activité	24
Total personnels	39,5

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
EDF	0	5	4.5
ENPC	0	4	2
Total personnels	0	9	6,5

AVIS GLOBAL

Le comité est très positif sur le fonctionnement, le bilan et la trajectoire scientifique de l'unité. Le Cerea est un laboratoire en pleine expansion, très bien positionné sur les applications sociétales en lien avec l'environnement atmosphérique. Globalement les personnels du Cerea montrent un fort dynamisme, de l'ambition et une forte expertise en recherche numérique qui impulse une dynamique de croissance et d'amélioration régulière de sa visibilité.

Le Cerea a connu un fort développement pendant la période évaluée en augmentant significativement ses moyens humains, ses publications scientifiques, et a été capable de doubler ses ressources propres. Cette bonne progression place aujourd'hui le Cerea dans les standards des unités de premier plan français dans le domaine de la physicochimie de l'atmosphère.

Le fonctionnement du Cerea est très organisé et étroitement lié à ses deux tutelles par des réunions régulières de l'équipe de direction avec ses responsables hiérarchiques au sein d'EDF R&D et de l'ENPC. Par cette proximité, le Cerea bénéficie d'un soutien important et d'un positionnement ciblé qui lui permet d'entretenir son excellent dynamisme. La proximité et la supervision des tutelles sur l'unité doivent cependant être maîtrisées afin de laisser à la direction du Cerea des marges de manœuvre sur la stratégie scientifique et l'organisation de ses ressources humaines ou financières. Le comité suggère également la mise en place d'une politique de mutualisation des moyens de manière à soutenir la collaboration entre les thématiques et l'émergence de nouvelles activités de recherche. Les ressources de l'unité sont globalement satisfaisantes, toutefois le nombre de personnels scientifiques et d'appui à la recherche de l'ENPC est aujourd'hui devenu critique au regard de l'abondance de thèmes scientifiques abordés et des ressources humaines et financières à gérer. Le comité émet donc un avis de vigilance sur la fragilité de l'unité Cerea en lien avec ses ressources humaines limitées qui

s'est récemment accru avec le départ d'un chercheur permanent dans la troisième thématique du laboratoire. Un second point de vigilance tient aux difficultés de gestion administrative et financière actuelles à l'ENPC qui complexifie et surcharge le travail déjà très important de la gestionnaire administrative de l'unité.

Le Cerea est devenu un laboratoire attractif notamment par son positionnement sur des préoccupations environnementales et sociétales, mais également de par sa forte expertise en modélisation et développement numérique, son activité d'observation au Sirta, son rattachement à l'Osu Efluve et ses importants moyens de calcul par l'accès aux moyens de calcul haute performance d'EDF.

Au-delà de tous ces éléments très positifs et bien qu'en nette progression, le Cerea souffre encore d'un manque de collaboration avec le milieu académique. Ce relatif isolement nuit à la mutualisation de ses ressources et de son expertise avec les unités extérieures qui travaillent sur des domaines connexes.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La majorité des recommandations du précédent rapport ont été prises en compte et se sont concrétisées par des évolutions fonctionnelles, collaboratives ou de valorisations scientifiques. Le thème T3 est monté en puissance pendant la période avec un recrutement en 2019 et une chaire de professeur junior prévue en 2025. L'importance de l'obtention à court ou moyen terme de leur HDR est intégrée, ce qui contribuera à répondre à ce besoin souligné par le comité précédent. Deux autres recrutements, l'un sur poste permanent (2020) et l'autre sur un poste non permanent (2022) viennent renforcer le développement et la maintenance des codes SSH-aerosol et Munich notamment. L'implication du Cerea dans des actions collaboratives au niveau européen (2 contrats CoCO₂ - prototype system for a Copernicus CO₂ service - and Ri-Urbans - Research infrastructures services reinforcing air quality monitoring capacities in European urban & industrial areas) a augmenté significativement.

Les recommandations concernant la valorisation scientifique se sont aussi traduites par des évolutions très positives, notamment par le renforcement de chercheurs permanents et une augmentation significative du nombre de doctorants. Néanmoins, il importera d'analyser et de remédier à la persistance de la faible contribution globale des postdoctorants à ce niveau.

L'implication croissante du Cerea dans des actions collaboratives s'est traduite par une augmentation significative des ressources non institutionnelles et aussi par une diversification accrue des activités vers des applications sociétales. La visibilité et l'insertion européenne et internationale du Cerea ont, de même, globalement progressé, notamment à la suite des actions des thèmes T2 et T3.

Les interactions du Cerea avec EDF R&D se sont développées ces dernières années, conformément aux recommandations. Celles-ci auraient pu être renforcées sous la forme d'actions communes concrètes (séminaires et réunions scientifiques, collaborations), en plus de l'augmentation d'activités contractuelles soutenues par EDF.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'unité centre ses recherches sur la pollution de l'air et la micrométéorologie des basses couches de l'atmosphère. Elle se définit largement en termes de réponses à des besoins externes (risques industriels, énergies renouvelables, gestion et prévision de la qualité de l'air, etc.), en accord avec les orientations scientifiques impulsées par les tutelles et avec une forte implication sociétale. L'innovation scientifique, réelle et féconde, réside en majeure partie dans l'élaboration de méthodologies numériques de simulation et leur mise en œuvre pour la prévision (algorithmes, codes de calcul).

Appréciation sur les ressources de l'unité

Les ressources de l'unité sont globalement satisfaisantes. Toutefois, le nombre de personnels scientifiques et d'appui à la recherche de l'ENPC est aujourd'hui devenu critique pour les thèmes T2 et T3. L'activité de recherche est très soutenue par EDF au travers de contrats, du parc instrumental sur le site du Sirta et l'accès aux supercalculateurs propres d'EDF.

La recherche de ressources externes est très active avec de nombreux projets académiques ainsi que deux projets européens (CoCO₂ et RI-Urbans). Les difficultés de la bilocalisation sont limitées grâce à des bureaux d'accueil sur le site de l'ENPC.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Le fonctionnement de l'unité est globalement très satisfaisant. Le Cerea est très encadré par ses tutelles. Cette proximité conditionne une large part de l'organisation et des choix scientifiques de l'unité. La direction du Cerea veille à maintenir un lien scientifique et humain étroit entre les deux sites du laboratoire notamment par des bureaux d'accueil, des réunions mensuelles d'information et de discussion et des projets communs. L'équilibre homme-femme dans les personnels permanents est faible (32 hommes et 11 femmes) et il n'y a aucune femme au sein de l'équipe de direction.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Les objectifs scientifiques sont pertinents et en adéquation avec la politique des tutelles. La réponse aux impacts économiques et sociétaux est un point fort du Cerea, avec le thème T1 essentiellement organisé autour de projets et études ciblées sur le transport et la diffusion à l'échelle locale (en réponse aux demandes d'EDF R&D), et le thème T2 intervenant sur des questions de qualité de l'air aux échelles régionale ou locale.

Concernant les acteurs clés académiques, le Cerea est bien impliqué au sein de L'IPSL, à travers le groupe de travail sur la qualité de l'air Composair (Composition atmosphérique et qualité de l'air), l'instrumentation déployée au Sirta, à travers l'ouverture de certains développements numériques originaux (SSH-aerosol) et en assimilation utilisés par d'autres acteurs scientifiques notamment opérationnels (Chimere de l'IPSL, IFS de l'ECMWF).

Les trois thématiques ont vu des évolutions pertinentes de leur domaine d'activité durant la période d'évaluation, en développant des activités sur la dispersion et diffusion dans les bâtiments (T1), la modélisation de la pollution particulaire (T2) ou l'incorporation de l'apprentissage statistique dans la démarche d'assimilation (T3).

Points faibles et risques liés au contexte

L'augmentation et la diversification des ressources, qui est en soi une excellente chose, induisent cependant le risque d'une politique scientifique réactive et instable au gré de la définition des projets financés. Il est important que l'unité instaure une politique de mutualisation d'une partie de ses ressources au service d'actions innovantes ou nouvelles, et plus généralement d'une stratégie de recherche définie de façon stable sur le moyen terme. Le soutien financier récurrent octroyé par l'ENPC est faible au regard des soutiens de base usuels dans les unités mixtes de recherches. Cette faible dotation contribue à limiter les possibilités d'actions stratégiques internes au laboratoire.

Bien qu'en progression, la faiblesse en personnel consacrée au support des codes développés par l'unité constitue un risque pour la pérennisation et limite la capacité de dissémination vers les utilisateurs. L'unité ne s'appuie pas suffisamment sur ses réseaux scientifiques autour de modèles météorologiques maintenus par une activité de service et n'adopte pas suffisamment le codéveloppement et la mutualisation des techniques et des approches numériques avec les unités extérieures du domaine.

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 Cerea dispose de moyens financiers importants au regard de sa taille relativement modeste. Les ressources sont en constante augmentation depuis la dernière évaluation. Les ressources propres ont doublé en cinq ans passant de 600 k€ à 1200 k€. Cette évolution est notamment due à l'apparition et à la croissance des financements européens et internationaux (de 0 à 300 k€), ainsi qu'à une forte augmentation des contrats avec EDF (de 200 k€ à 450 k€).

Les locaux et les infrastructures sont adaptés à la politique scientifique. L'unité dispose d'un accès aux ressources de calcul haute performance d'EDF et du Genci (Grand équipement national de calcul intensif) ce qui constitue un élément central indispensable au fonctionnement des activités numériques du Cerea. D'un point de vue expérimental, l'unité bénéficie du financement par EDF de moyens d'observation de la couche limite atmosphérique sur le site instrumenté du Sirta. Les problèmes inhérents à une bilocalisation et aux collaborations entre thèmes sont gérés au mieux avec des bureaux de passage à l'ENPC. L'accès aux ressources documentaires se fait par les abonnements classiques de l'enseignement supérieur ou par achats à travers l'intranet d'EDF.

Points faibles et risques liés au contexte

Le financement récurrent de l'ENPC (hors salaires) est faible (7 k€ par an) ce qui contribue à limiter les actions sur des thématiques non financées par projets. Une partie importante (entre 25 et 50 %) du financement récurrent (dotations ENPC et EDF) est également consacrés à l'entretien et au fonctionnement des infrastructures instrumentales au Sirta. La moitié des ressources externes viennent de contrats avec des industriels et la majeure partie avec EDF. Ces contrats ciblent donc principalement des applications autour de la thématique de la dynamique de la couche limite atmosphérique.

Il n'est pas mis en évidence une politique de mutualisation des moyens de manière à soutenir la collaboration entre les thématiques, l'émergence de nouvelles activités de recherche ou simplement la stabilité des activités déjà existantes. Le risque d'un tel fonctionnement sur contrat est que les ressources disponibles définissent l'activité et non l'inverse. La bilocalisation peut, de même, être un frein aux activités collectives de recherche. La totalité des personnels auditionnés a exprimé le fait que le fonctionnement de l'unité est grevé par de nombreuses difficultés résultant du manque de fluidité administrative dans la gestion des contrats à l'ENPC.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est en parfaite adéquation avec les règles et directives définies par ses tutelles de rattachement. Des formations externes sont réalisées régulièrement pour sensibiliser les personnels aux règles d'éthique scientifique, de lutte contre le harcèlement et au respect du genre. La politique de prévention des risques et de santé au travail est également organisée par l'ENPC et EDF pour les deux sites à Champs-sur-Marne et Chatou.

Grâce à l'initiative de l'IPSL, l'unité a réalisé son bilan carbone sur le site de l'ENPC, ce qui est une première étape pour faire des choix de réduction de son empreinte environnementale.

La direction a pris conscience des efforts à réaliser pour améliorer la parité au sein du laboratoire. En particulier une action est en cours avec les tutelles pour intégrer la responsable du thème 2 au sein de l'équipe de direction.

Points faibles et risques liés au contexte

Si la proximité du Cerea avec ses tutelles est une bonne chose, des questions subsistent sur les capacités d'adaptation du fonctionnement de l'unité aux spécificités d'une unité de recherche. La dizaine de réunions annuelles du conseil de laboratoire s'apparente plutôt à des réunions d'équipe dont le périmètre d'action est essentiellement informatif. Ce mode de fonctionnement limite les possibilités d'interactions et de propositions des agents avec la direction et le comité des tutelles sur l'organisation et le fonctionnement interne de l'unité.

Les règles d'éthique scientifique usuelles dans le monde académique, qui intègrent le partage des données et la reproductibilité des résultats, sont complexes à organiser lorsque l'unité est liée par des contrats industriels. Seuls 70 % des publications sont en accès ouvert, ce qui reste faible au regard des recommandations actuelles. Sur la gestion des ressources humaines, et en particulier des carrières (permanents et non-permanents), l'action de l'unité n'est pas évoquée et semble ne reposer que sur les tutelles. Il n'y a pas de politique de laboratoire d'incitation à la formation des agents à la sécurité (personnes et locaux). Par exemple, il est inquiétant qu'il n'y ait pas de personnels formés comme sauveteurs-secouristes du travail au sein du Cerea.

Enfin, bien qu'un premier bilan carbone ait été réalisé, il n'y a pas à ce jour d'action ou de trajectoire prévue pour limiter l'empreinte environnementale de l'unité.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

Les moyens actuels du Cerea (ressources financières et techniques) combinés à l'accroissement de sa visibilité en lien avec les enjeux environnementaux actuels, de sa bonne production scientifique et de ses compétences en modélisation numérique font du Cerea une unité particulièrement attractive. Le comité juge que la poursuite de l'accroissement de son attractivité scientifique passera par une amélioration de son insertion académique aux niveaux national et international.

- 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

Le comité souligne le fort accroissement de la visibilité scientifique de l'unité, notamment soutenu par son implication au sein du site instrumenté (SI) Sirta rattaché aux Infrastructures de recherches européennes Actris et Icos (Integrated carbon observation system), le développement du modèle SSH-aerosol adopté par plusieurs codes numériques communautaires (Chimere, Mocage), et par ses travaux sur l'assimilation et l'apprentissage profond en soutien au développement du modèle opérationnel Ifs du centre météorologique européen (Ecmwf). Son insertion dans l'espace scientifique européen se fait également à travers la formation et sa participation à l'alliance européenne pour l'enseignement supérieur Eelisa.

Plusieurs membres du Cerea ont une reconnaissance scientifique nationale, voire internationale, avec une soixantaine d'invitations à des conférences, la participation au GDR (Groupement de recherches) « Défis théoriques pour les sciences du climat » et aux comités scientifiques de l'Osu Efluve, du SI Sirta, l'IPSL et du réseau régional Dim Qi2. Plusieurs prix internes à EDF ont également été obtenus en lien avec les travaux du Cerea sur les jumeaux numériques autour des centrales nucléaires.

Un conseil de laboratoire organisé mensuellement permet à la direction d'informer les agents des actualités scientifiques, de vie de laboratoire et de présenter un sujet scientifique. Cette réunion régulière est un point fort de cohésion, indispensable à la préservation du lien professionnel entre les agents des deux sites. Le comité apprécie également la mise à jour régulière du site web, notamment au niveau des actualités du laboratoire et le référencement des publications.

Un succès remarquable obtenu par l'unité est le doublement du volume des ressources propres obtenues sur contrats de recherches entre 2018 et 2023. Cet accroissement s'est accompagné d'une diversification des financements (6 projets financés par l'ANR – Agence nationale de la recherche, 8 projets par l'Ademe - Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, industriels –, 15 projets par EDF, Aramco, programmes européens - CoCO₂ et Ri-Urbans, etc.) dont une part significative provient d'appels d'offres compétitifs. Ces nouveaux moyens ont permis d'augmenter significativement le nombre de contrats doctoraux et postdoctoraux et, par voie de conséquence, la production scientifique. Cette évolution atteste également d'une reconnaissance académique des chercheurs de l'unité et de la solidité des programmes de recherches proposés.

L'insertion européenne de l'unité qu'il faut saluer, repose sur le thème T2 et, encore plus, sur le thème T3 dont les chercheurs possèdent un réseau (ECMWF) et une reconnaissance scientifique ancienne au niveau européen.

L'environnement scientifique de l'unité est globalement très satisfaisant. Les instruments du Cerea au Sirta sont nombreux, scientifiquement pertinents. Ils constituent une porte d'entrée dans la dynamique de l'IR Actris. L'unité coordonne en particulier plusieurs gros instruments (radar UHF - Ultra haute fréquence, sodar, lidars aérosols) qui sont structurants au Sirta. L'accès aux supercalculateurs pétaflopiques (EDF, TGCC – Très grand centre de calcul) est un élément crucial qui conditionne pour une large part les activités et le dynamisme du Cerea en modélisation. Les codes numériques sont déposés sur des plateformes de partage et de suivi des versions ouverts à la communauté (github, plateforme web collaborative pour le développement de logiciels). Les postes de travail sont régulièrement renouvelés. L'expertise en modélisation et en calcul numérique de l'équipe du Cerea est évidente et clairement un point fort d'attractivité scientifique.

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

À l'exception du modèle SSH-aerosol et des outils sur l'assimilation des données au sein du ECMWF, les codes numériques développés au Cerea sont globalement insuffisamment disséminés dans la communauté

académique. L'unité en a bien conscience, ce manque d'utilisateurs au regard de la performance des codes et des expertises a été relevé dans le document d'autoévaluation comme une faiblesse.

Le chiffre de deux ingénieurs en soutien à la dizaine de codes numériques utilisés au Cerea apparaît très insuffisant pour soutenir une communauté d'utilisateurs. Cela peut être un point bloquant pour la diffusion externe des codes développés au Cerea vers une plus large communauté. Le comité émet des réserves sur la solidité de ce dispositif au regard des risques d'absence ou de mutation professionnelle.

En termes d'attractivité, il est important de bien distinguer les contrats d'ingénieurs des contrats de recherche afin que les jeunes scientifiques contractuels puissent analyser et organiser leur plan de carrière en conséquence. De nombreux contrats postdoctoraux sont courts et par conséquent peu propices à la valorisation technique ou scientifique.

L'insertion européenne du thème T1, et partiellement du thème T2, pourrait être meilleure à travers les sujets de recherches développés. Il n'est pas fait mention d'une politique proactive de l'unité permettant de valoriser les compétences et l'expertise scientifique des agents des deux thèmes.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique du laboratoire est très bonne qualitativement et quantitativement (131 ACL) dans son ensemble, voire excellente pour les thématiques T2 et T3, avec une dynamique générale de croissance et une très bonne contribution des doctorants. L'expertise du laboratoire est bien reconnue aux niveaux national et international. Le comité juge cependant préoccupante la faiblesse relative de la contribution des postdoctorants à cette valorisation 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 est qualitativement et quantitativement (131 ACL) très bonne pour l'ensemble du laboratoire. Cela est particulièrement le cas pour les thématiques T2 et T3 (53 et 51 ACL respectivement) compte tenu de leur faible nombre de chercheurs permanents. La valorisation scientifique du thème T1 est également en augmentation, même si elle reste, par comparaison, plus modérée compte tenu de l'effectif nettement supérieur. Ce dernier point s'explique au regard d'une partie de l'activité tournée vers les études appliquées sur contrats industriels.

La majorité des articles sont publiés dans des revues à forte visibilité internationale et reconnues comme sélectives (Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America, Atmospheric environment, Cryosphere, Atmospheric chemistry and physics, Environmental pollution, Journal of advances in modelling Earth systems, etc.).

Il faut souligner que le Cerea est en particulier attentif à la bonne valorisation scientifique des travaux impliquant des doctorants. Il en résulte une très bonne production quantitative des doctorants (de l'ordre d'un article par an et par doctorant impliqué, soit trois par thèse soutenue).

Suite à des actions de sensibilisation de la part des tutelles, Le Cerea montre une prise de conscience salubre concernant les revues et éditeurs mercantiles voire prédateurs.

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

La production postdoctorale reste plutôt faible (environ 0,4 article par postdoctorant impliqué et par an). En particulier, douze postdoctorants sur 21 n'ont publié aucun article dans une revue à comité de lecture. Cela est expliqué dans le document d'autoévaluation (DAE) par la difficulté de produire des articles sur des contrats courts (ce qui se comprend) et par les cas de postdoctorants sur contrats EDF, pour lesquels des règles de confidentialité existent. Le comité rappelle que cette faible production postdoctorale est de nature à pénaliser fortement les jeunes chercheurs désireux de se présenter ensuite aux concours académiques, et que le financement de postdoctorants engage le laboratoire à ce que le contrat puisse aboutir à des résultats publiables dans les standards attendus par les comités de sélection (au moins un article par an). Le comité recommande donc que l'unité privilégie les sujets académiquement valorisables et sensibilise activement les postdoctorants à l'importance pour eux de cette bonne valorisation. Pour les sujets ne permettant pas cette valorisation, il convient de proposer des contrats d'ingénieur.

La période voit encore une douzaine d'articles publiés dans des revues portées par des éditeurs discutables, une part appelée à disparaître ou diminuer à l'avenir suite aux avertissements donnés par l'ENPC dans ce domaine.

Les aspects d'intégrité et d'éthique sont peu évoqués (les DAE abordant principalement les aspects science ouverte et archivage), sans doute en partie, car certains aspects, tels que l'expérimentation impliquant des humains, sont peu pertinents ici. La plupart des articles publiés sont déclarés « open access », cependant près de 40 % d'entre eux ne sont pas déposés sur l'archive Hal (Hyper articles en ligne) alors qu'une mise à disposition systématique de la production sur les canaux institutionnels devrait être automatique.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

L'inscription des activités de recherche dans la société est excellente. L'unité a de nombreuses interactions avec l'industrie. Elle développe plusieurs produits numériques qui sont disséminés en dehors du monde académique. L'unité participe également aux débats publics, notamment sur la qualité de l'air, à travers des études d'impacts et des recommandations. La communication de l'unité vers le grand public est très dynamique avec diverses interventions sur des supports variés.

- 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

L'identité de la recherche au Cerea est construite autour des applications sociétales et industrielles dans les domaines de l'environnement que ce soient l'évaluation et la gestion du risque industriel, la quantification du potentiel en énergies renouvelables ou les politiques publiques de qualité de l'air. Dès lors, les interactions avec le monde non académique sont importantes. Hors EDF, les activités liées au risque industriel permettent des collaborations avec d'autres industriels (Total Energies, Aramco – Arabian American Oil Company –, AoN – services aux entreprises en matière de gestion des risques, de retraite et de couverture sociale).

Pour la thématique de la qualité de l'air, les interactions se font avec des acteurs du domaine urbain (ville de Paris, AirParif – surveillance de la qualité de l'air en région Île-de-France –, groupes de travail sous l'égide de l'Anses – Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) et ont un fort impact sociétal. Ces interactions se traduisent notamment par l'obtention d'un nombre important (6) de conventions Cifre (Convention industrielle de formation par la recherche).

L'unité développe plusieurs produits à destination du monde économique et social. Code_saturne est un logiciel d'EDF R&D disséminé au niveau international avec plus de 500 utilisateurs. Le Cerea contribue au module atmosphérique du Code-saturne et à sa dissémination en participant aux rencontres annuelles avec les utilisateurs. Une collaboration avec une startup (Données brutes) permet le développement de jumeaux

numériques autour des centrales nucléaires et contribue aux études d'impacts en lien avec la protection des populations. Ces développements ont fait l'objet de plusieurs prix internes à EDF. Dans le domaine de la qualité de l'air, la plateforme Polyphemus et ses modules de petite échelle Munich et SinG (Street in grid) sont utilisés par Total Energies et Aramco, ainsi que par divers acteurs chinois.

La communication vers le grand public est très bonne. L'unité publie dans des revues de l'ENPC (Ingenius) et de l'École Polytechnique (La jaune et la rouge), participe à la fête de la science, produit des films et communique sur la chaîne YouTube de l'ENPC. L'unité sait également tirer profit des grands événements sociétaux pour communiquer (Jeux Olympiques de Paris 2024 ou Covid19). Enfin l'unité participe aux débats publics sur la qualité de l'air en fournissant des recommandations (choix des espèces d'arbres en ville) ou des scénarios de mobilité urbaines.

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

L'impact sociétal des activités de recherche du Cerea est indéniable. Une partie de l'activité sur le risque industriel correspond cependant à un marché de niche et il paraît difficile de développer davantage la dissémination des plateformes numériques. Cette difficulté est également amplifiée par des problématiques de confidentialité, notamment dans le domaine nucléaire, qui sont un frein à la communication de l'équipe.

A contrario des marchés de niche, le domaine de l'énergie renouvelable deviendra de plus en plus compétitif. Les collaborations avec les industriels peuvent donc s'avérer à moyen terme plus compliquées si le nombre d'acteurs augmente ou si les industriels développent eux-mêmes leurs propres solutions.

Une difficulté apparue lors de ce quinquennal concerne le retrait d'EDF de l'AASQA (Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air) Airparif qui fournit les inventaires d'émissions sur l'Île-de-France. L'unité a néanmoins réussi à minimiser ce problème en signant désormais des conventions avec Airparif pour les projets de recherche ayant besoin de ses inventaires.

Une part de l'apport de l'unité vers le monde non académique consiste en la dissémination de modèles numériques. Or le soutien en personnel pour le développement, la gestion des codes et le soutien utilisateur extérieur est très limité (2 ingénieurs).

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

La trajectoire du Cerea s'inscrit dans la poursuite des actions entreprises ces dernières années. Cette continuité est logique et pertinente au vu de l'essor scientifique atteint. Le comité soutient l'évolution de l'introduction de davantage de physique dans les modèles CFD (Cognitive data fusion) utilisés par le thème T1 en lien avec les problématiques du thème T2 sur l'aménagement, la mobilité et la qualité de l'air à l'échelle urbaine. La problématique de la dynamique et de la turbulence par vent faible recèle également un fort potentiel d'impact scientifique, notamment pour les modèles à mésoéchelle. L'amélioration de la prise en compte des hétérogénéités urbaines pour étudier l'exposition des populations à la pollution particulaire est très cohérente au vu des outils et des expertises du Cerea. La stratégie du thème T3 concernant les méthodes hybrides combinant assimilation et méthode d'apprentissage est également pertinente et innovante. Le comité soutient également la volonté du thème T3 de développer ses collaborations avec Météo-France dans ce domaine.

L'analyse objective et lucide des forces, menaces, opportunités et faiblesses menée par la direction reflète le sentiment du comité et indique une bonne analyse des évolutions stratégiques et organisationnelles que le Cerea doit conduire dans les prochaines années. En particulier, le comité soutient fortement la volonté du Cerea de se rapprocher d'unités scientifiques non concurrentielles à l'image de ce qui a été réalisé au sein de l'IPSL ou du ECMWF.

Les nombreuses actions de développement et d'études à vocation socioéconomiques amènent toutefois le comité à émettre un point de vigilance au regard des forces disponibles et suggèrent qu'une priorisation stratégique soit réalisée. Ce catalogue d'études et d'opportunités évoqué ne doit pas croître au détriment de l'innovation scientifique et d'une recherche plus fondamentale qui constituent une des forces d'excellence scientifique du Cerea.

La trajectoire scientifique de l'unité ne pourra être réalisée que si les moyens d'appui à la recherche en informatique ou en instrumentation, actuellement sous contrat à durée déterminée, sont stabilisés. La gestion des contrats doit également être rapidement améliorée au sein de l'ENPC, *a fortiori* au regard de la progression et de la diversification des ressources propres du Cerea ces dernières années.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Le comité recommande que le conseil de laboratoire joue pleinement son rôle de conseil en sollicitant l'avis de ses membres sur les sujets de vie de laboratoire et d'orientation scientifique, afin que le Codir (Comité de direction) puisse les intégrer dans ses choix et ses discussions avec les tutelles. Il serait également souhaitable d'intégrer une femme dans le comité de direction et d'adopter une stratégie de réduction de l'empreinte carbone de l'unité.

Le comité recommande d'accorder la priorité à le recrutement de chercheurs permanents pour renforcer les thèmes T2 et T3 qui apparaissent sous-dimensionnés au regard de leurs enjeux et objectifs scientifiques. Il apparaît important de consolider le support technique à l'utilisation et au maintien des versions des codes numériques qui peut apparaître limitant pour la dissémination des outils vers une plus large communauté d'utilisateurs.

Compte tenu des effectifs réduits du Cerea qui se situent à un niveau critique, le comité recommande de bien cibler ses ressources autour de ses pôles d'excellence et d'adopter une mutualisation d'une partie de ses ressources propres.

Le comité recommande également à la direction du laboratoire d'adopter une politique d'accompagnement de ses personnels permanents et non permanents sur la gestion des carrières et d'incitation à la formation aux risques de santé au travail, de sécurité et de lutte contre le harcèlement et les discriminations.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Le comité recommande de poursuivre l'évolution actuelle du Cerea vers une meilleure insertion dans la communauté académique nationale et européenne. Le comité encourage vivement le Cerea à poursuivre le développement de ses collaborations académiques au niveau français et international dans un esprit de co-bénéfice moyens-outils-expertises-valorisations. Dans la mesure du possible, il serait profitable d'intégrer ses développements et de participer à l'essor des codes communautaires qui sont maintenus par une activité de service (p. ex. CNRS Terre & Univers, Météo-France), à l'image de ce qui est réalisé avec le code_saturne (EDF), dans Chimere (Ipsl) ou au sein d'IFS (Integrated Forecasting System) ECMWF (European centre for medium-range weather forecasts). Au vu de la taille limitée de l'unité, il apparaît essentiel d'éviter de redévelopper des outils proches de ce qui existe, mais plutôt d'adopter une stratégie de codéveloppement collaboratif avec des unités extérieures.

Afin de mener à bien ses projets, le Cerea devra veiller à trouver une bonne adéquation entre son effectif et ses ambitions scientifiques. Le comité insiste donc sur l'importance de renforcer le personnel permanent de recherche, de maintenir sa dynamique actuelle de financement de son activité par ressources propres et à cibler et accorder la priorité à ses objectifs au regard de ses moyens.

Un point de vigilance est de s'assurer que l'accroissement et la diversification des ressources propres sur contrats ne se fassent pas uniquement par opportunisme et sur des sujets dispersés, mais qu'ils correspondent bien à une stratégie cohérente de laboratoire.

Il est également important que le Cerea conserve son esprit d'initiative et de prise de risques scientifiques pour soutenir l'émergence de nouvelles thématiques ou le développement de techniques innovantes. Pour éviter la dispersion scientifique, le comité recommande vivement que la recherche sur contrats ne se fasse pas au détriment d'une stratégie de laboratoire cohérente. Le comité soutient un positionnement équilibré de l'unité entre les besoins du monde socioéconomique et celui du milieu académique.

Pour les personnels temporaires, le comité recommande d'intégrer comme objectif dans le périmètre d'activité des contrats la valorisation scientifique sous forme de publication d'articles dans des revues à comité de lecture pour les jeunes scientifiques qui postuleront par la suite aux concours académiques.

Un point d'amélioration de la visibilité concerne l'enrichissement de certaines informations fournies par le site internet. Par exemple, l'information est trop pauvre concernant les personnes (coordonnées manquantes, peu de pages personnelles) et l'activité d'enseignement du Cerea et de ses acteurs.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

Le comité recommande au Cerea de poursuivre son action de valorisation scientifique par la publication des recherches menées dans des revues à forte visibilité internationale et reconnues comme sélectives, et, dans ce

contexte, à développer les actions visant à la reproductibilité de leurs résultats, par exemple, en privilégiant le choix de revues à recherche reproductible.

Il recommande également de veiller à ce que les sujets de postdoctorat proposés débouchent sur une production scientifique (articles, conférences) dans la durée du contrat, et de proposer des contrats d'ingénieur quand la nature du travail ou les exigences de confidentialité feraient *a priori* obstacle à cette valorisation scientifique.

Enfin, le comité encourage le Cerea à poursuivre la politique entamée en 2023 d'éviter les revues prédatrices, et également d'éviter de cautionner de telles revues par l'exercice affiché de responsabilités éditoriales. Enfin, le comité recommande que l'ensemble des productions scientifiques non confidentielles soit référencé dans Hal.

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

L'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société est très importante, ce qui est une bonne chose. Le comité encourage l'unité à continuer ce travail à la fois de dissémination d'outils, mais aussi de participation au débat public sur les questions de sociétés et d'organisation des villes de demain. Cependant, le comité recommande de veiller à ce que les sollicitations extérieures ne croissent pas trop au détriment de l'innovation scientifique et d'une recherche plus fondamentale. Il conviendrait de trouver le bon équilibre dans les actions d'opportunités apportant, certes, un financement supplémentaire, mais nécessitant un investissement en temps et en personnel important. Ceci est particulièrement vrai dans le domaine du développement numérique dont les ressources humaines paraissent limitées. En cela, l'expérience avec la startup «Données Brutes» va dans la bonne direction. C'est un exemple à suivre dans le futur afin de se décharger, dans une certaine mesure, de tâches chronophages à destination de la société et dont la valeur scientifique serait moindre.

ÉVALUATION PAR THÈME

Thème 1 : Mesures et modélisation des processus physiques dans la couche limite atmosphérique

Nom du responsable : M. Martin Ferrand

THÉMATIQUES

Le thème « mesures et modélisation des processus physiques dans la couche limite atmosphérique » a pour objectifs l'amélioration de la compréhension et la modélisation de la dispersion de polluants à microéchelle autour des sites de production d'énergie et à mésoéchelle pour le milieu urbain. L'activité s'appuie sur un ensemble de système de mesure de la couche limite déployé au Sirta et sur différents outils numériques : code_saturne pour la microéchelle et Polair3D/Polyphemus pour l'échelle urbaine. Les principaux objets d'études ont été l'observation et la modélisation des flux par vent faibles, la modélisation de la qualité de l'air intérieur (bâtiments) et extérieur (urbain) et la modélisation de la turbulence et de la dispersion des polluants autour des sites de production d'énergie.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le Cerea a intégré plusieurs recommandations propres à la thématique T1 en se rapprochant des équipes d'EDF R&D, ce qui lui a permis d'augmenter significativement ses contrats de recherche. Le rapprochement scientifique avec la thématique T2 a également permis de lancer des applications vers l'environnement, notamment autour des questions du transport de la pollution dans les bâtiments et à l'échelle urbaine comme suggéré par le précédent rapport. En revanche, les collaborations académiques avec des équipes extérieures (Cerfacs – Centre européen de recherche et de formation avancée en calcul scientifique, CNRM – Centre national de recherches météorologiques, Laero – Laboratoire d'aérodynamique, IPSL) sur les questions d'écoulement-bâtiments-terrains n'ont pas pu être développées. L'effort d'internationalisation de la thématique T1 recommandé par le précédent comité n'est pas non plus visible.

La production scientifique a doublé relativement au contrat précédent, ce qui est une excellente chose. Elle reste néanmoins d'un niveau assez modeste et en deçà des deux autres thèmes.

EFFECTIFS DU THÈME : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés 55	1,5
Chargés de recherche et assimilés 55	3,5
Personnels d'appui à la recherche	5
Sous-total personnels permanents en activité	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	4
Post-doctorants	4
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	10
Total personnels	20

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le thème T1 possède une très forte expertise en modélisation numérique à microéchelle atmosphérique. Son positionnement équilibré actuel entre recherche numérique et les applications sociétales ou industrielles est remarquable. Sa trajectoire est cohérente et ambitieuse. Bien qu'en progression, son point faible récurrent est son niveau relativement bas de production d'articles et d'encadrement doctoral, ainsi que son réseau scientifique national et international insuffisamment développé.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les membres du thème T1 possèdent une expertise indéniable en recherche numérique, en particulier pour la microéchelle atmosphérique. Les champs d'applications sont variés et indéniablement pertinents. Le centre d'activité de T1 centré autour des activités de transport et de diffusion des polluants autour des sites de production d'énergie est cohérent et répond aux besoins de la tutelle EDF R&D.

L'ouverture de cette thématique vers des applications nouvelles comme la circulation d'air à l'intérieur des bâtiments est pertinente et ouvre probablement des perspectives scientifiques et de valorisation sociétale intéressantes. L'utilisation de Polair3D pour la modélisation de la qualité de l'air à l'échelle urbaine en coordination avec la thématique T2 est également un point fort d'évolution et un axe de rapprochement avec la communauté académique au sein de l'IPSL.

L'intégration au sein du SI Sirta d'un large panel d'instruments d'observation de la couche limite atmosphérique est pertinent pour développer et calibrer les outils numériques développés au Cerea, mais également comme un élément d'intégration au sein de l'IPSL (projets collaboratifs) et comme porte d'entrée de l'unité au sein de l'infrastructure de recherche Actris.

Points faibles et risques liés au contexte

Le risque principal est la dispersion des activités, notamment en réponse aux diverses sollicitations socioéconomiques et industrielles. Cette remarque est surtout un point de vigilance en lien avec un point fort de l'équipe aujourd'hui capable de répondre à différents enjeux environnementaux.

Le taux d'encadrement des doctorants reste faible au regard des moyens financiers et humains relativement importants dans cette thématique. Cette faiblesse est probablement corrélée au renouvellement régulier des agents peu compatible avec un encadrement scientifique pluriannuel. Cette rotation fréquente des chercheurs et ingénieurs apparaît également problématique pour développer et entretenir des collaborations scientifiques et techniques avec une communauté scientifique académique qui nécessite le temps long.

Analyse de la trajectoire du thème

Le thème T1 propose une trajectoire scientifique dans la continuité des actions menées ces dernières années. La modélisation CFD (Computational fluid dynamics) micrométéorologique pour la production d'énergie est indéniablement un défi scientifique pour la prise en compte des microclimats dans les solutions d'adaptation au changement climatique. L'objectif affiché est d'ajouter de la physique (schéma radiatif, occupation des sols, schéma chimique) afin de mieux répondre aux enjeux notamment de ville durable et de mobilité. Des applications sont prévues pour la modélisation des sillages (parc éoliens, fermes photovoltaïques, sûreté nucléaire, etc.). Un second axe concerne la modélisation des écoulements dans les environnements urbains. Pour cela, le thème T1 souhaite mieux intégrer les modèles météorologiques mésoéchelles, la base de données du Sirta et développer les méthodes numériques de diffusion turbulentes pour les situations de vents faibles. La mise en œuvre de jumeaux numériques combinés aux techniques d'apprentissage du thème T3 sera utilisée pour améliorer les outils de gestion de crises. L'amélioration des processus de dépôts secs et humides des radionucléides sera étudiée. Le thème T1 souhaite également maintenir son activité sur les écoulements d'air dans les bâtiments.

L'introduction de plus de physique et de techniques d'apprentissage dans les simulations numériques, en lien avec les deux autres thèmes, est tout à fait pertinente et susceptible d'ouvrir un champ d'application très large et innovant. En revanche l'ensemble du panel d'applications proposées par le thème T1 semble très vaste et ambitieux en regard des ressources humaines du Cerea. Il y a un risque important de dispersion de moyens et que la pression des nouvelles sollicitations socioéconomiques ou de gestion du risque nuisent à la valorisation et à la production académique de connaissances.

RECOMMANDATIONS AU THÈME

Le comité recommande de poursuivre la trajectoire actuelle d'augmentation de la production scientifique, notamment dans les revues à fort impact. Il considère qu'il est important que les membres de T1 puissent veiller à maintenir un point d'équilibre entre la recherche en amont et les études appliquées afin d'éviter que les contrats d'opportunités et les sollicitations extérieures nuisent aux capacités d'innovation et de recherche amont. Le rapprochement avec des startups engagé pour les jumeaux numériques est une excellente chose pour limiter l'engagement du Cerea dans les études à faible valeur ajoutée scientifique. Il est important de veiller à la valorisation des observations de la couche limite réalisées au Sirta. Le comité juge essentiel que T1 puisse développer ses collaborations scientifiques avec le milieu académique afin de partager les savoir-faire, mutualiser les développements numériques et développer la corédaction d'articles scientifiques sur des axes de recherche développés par de nombreux laboratoires (p. ex., Cerfacs, Legi - Laboratoire des écoulements géophysiques et industriels, Ifpen - Institut français du pétrole énergies nouvelles) comme les écoulements autour des bâtiments ou l'effet des pales des éoliennes sur le sillage turbulent. Une implication dans l'infrastructure de recherche Actris dont le Sirta est l'un des sites instrumentés est une bonne possibilité de développement de l'insertion académique.

Une autre recommandation est de stabiliser au sein de T1 les chercheurs sur des périodes plus longues afin de faciliter l'encadrement de thèses et l'obtention de HDR.

Thème 2 : Modélisation de la physicochimie de la qualité de l'air

Nom du responsable : Mme Karine Sartelet

THÉMATIQUES

Le thème T2 « Modélisation de la physicochimie de la qualité de l'air » a pour objectif principal l'amélioration de la compréhension des processus physicochimiques gouvernant la qualité de l'air à l'échelle locale et régionale. Les grandes thématiques sont la modélisation multiéchelle de l'environnement urbain (à travers notamment des modèles de rue) et l'exposition des populations, la modélisation des aérosols (propriétés, formation avec un focus récent sur les particules ultrafines) et enfin le rôle respectif des différentes sources de pollution. L'activité se traduit par le développement de modèles numériques : SSH-aerosol, Genoa (Generator of reduced organic aerosol mechanisms), Munich, Polyphemus.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations du précédent rapport applicable à la thématique qualité de l'air résidaient notamment dans l'augmentation du nombre de publications scientifiques, l'augmentation des collaborations internationales et européennes, l'augmentation du nombre de HDR et l'amélioration des ressources humaines disponibles pour travailler sur les codes numériques.

Sur ce dernier point, la ressource sur le développement informatique s'est stabilisée avec le recrutement d'une première personne en 2020 qui était auparavant sur un poste non permanent (CDD), et celui d'une seconde en 2022 (postdoctorante ingénieure de recherche) avec promesse de pérennisation de la part de l'ENPC. Ces personnels interviennent plus particulièrement sur le couplage entre le module SSH-Aerosol et le code communautaire Chimere. Le comité a noté l'utilisation accrue de Chimere soulageant certainement le besoin de développement en interne.

L'obtention d'une nouvelle HDR en 2020 renforce la capacité d'encadrement doctoral.

Le thème a pris en compte les recommandations en augmentant le nombre de publications, ce qui est très satisfaisant.

L'implication dans des projets européens s'est également renforcée avec pour la thématique qualité de l'air l'insertion de T2 dans le projet Ri-Urbans.

EFFECTIFS DU THÈME : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0,5
Sous-total personnels permanents en activité	2,5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	1
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	9
Total personnels	11,5

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'évolution générale de l'équipe est excellente, avec une soutenance d'HDR, un excellent niveau de publication et la participation à de nombreux projets nationaux ou internationaux. La trajectoire à cinq ans est cohérente avec les activités actuelles, avec notamment la volonté d'aller vers l'impact de la qualité de l'air sur les populations, ce qui présente un très fort intérêt sociétal. Un effort de rapprochement avec les codes existants a été fait et est en cours, permettant une meilleure rationalisation des ressources de l'équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

Indéniablement dans le contexte actuel, le point fort de l'équipe se situe dans son très fort impact sociétal, ce qui engendre de bonnes opportunités de financement, comme de communication au-delà du monde académique.

Ses sujets sont attractifs pour de futurs doctorants, le nombre de doctorants (7) est d'ailleurs très important au regard du nombre de chercheurs de l'équipe (2). Les financements par projets sont multiples aussi bien au niveau local, que régional, national (ANR, Ademe) et européen (Europe : RI Urbans). L'équipe est reconnue comme experte notamment dans les domaines relevant de la modélisation à l'échelle urbaine, ce qui lui permet de nombreuses collaborations extérieures dans le monde académique (IPSL, CNRM) ou non (Ineris – Institut national de l'environnement industriel et des risques, AirParif). Les outils de modélisation que l'équipe développe, maintient et distribue entraînent une bonne visibilité à l'extérieur. Le module SSH-Aerosol, codéveloppé avec l'Ineris, a ainsi pu être couplé à des modèles atmosphériques ou de qualité de l'air important (Polyphemus, Chimere, Mocage) ou des codes plus généralistes de mécanique des fluides (Open Foam, code_saturne). Le constat est similaire pour le modèle Munich. L'existence de ces codes numériques est une force de l'équipe, qu'elle a su ouvrir à d'autres outils de la communauté. Ces outils permettent à la fois de répondre à des applications sociétales et de servir de base à une recherche amont de qualité. Le thème T2 maintient également des collaborations en interne, plus particulièrement avec le thème T1. L'utilisation de code_saturne a ainsi permis d'améliorer les paramétrisations des effets des arbres ou la discrétisation des rues dans le modèle de réseau de rue Munich.

Compte tenu de la faible taille de l'équipe, le niveau de publication est excellent avec 53 publications entre 2018 et 2023 (environ 9 par an). T2 a publié dans quinze revues différentes, dont des revues à fort impact telle que Atmospheric Chemistry and Physics. 20 % des publications se font dans Geoscientific model development, ce qui souligne le fort dynamisme dans le développement de modèles.

Compte tenu de la thématique, l'inscription des activités dans la société est naturelle et le thème T2 réalise remarquablement cet effort pourtant très chronophage. Elle se traduit par des recommandations émises au niveau de scénarios de qualité de l'air en fonction des types de mobilité urbaine ou d'organisation des espaces verts dans la ville. Ces recommandations sont émises auprès de l'Anses ou encore la ville de Paris. Ces travaux permettent de faire du Cerea un acteur important dans les politiques de qualité de l'air à Paris.

Points faibles et risques liés au contexte

Les points faibles sont liés à la taille restreinte de l'équipe. Une grande partie de l'activité de l'équipe repose sur le développement et la diffusion de modèles numériques (Munich, SSH-aerosol, Genoa, Polyphemus). Le fait de distribuer les codes suppose, au-delà du développement *stricto sensu*, un important travail de maintenance, de tests de fiabilité, de formation, de documentation, de réponses aux utilisateurs. L'équipe ne dispose pour cela que de très peu de ressources en personnel d'appui à la recherche (un IR à temps plein non permanent devant être titularisé et un IR permanent mutualisé entre les 3 thèmes). Le risque est donc de perdre en crédibilité auprès de l'extérieur si jamais toutes ces tâches liées à la diffusion des codes venaient à en souffrir du fait du manque de personnel. Il est probable que le nombre important de doctorants permette de continuer à faire évoluer ces codes. En revanche, une fois les thèses terminées, le manque de ressources en personnel amène à se poser une fois encore la question de la pérennité des développements, du respect de certains standards de qualité pour les rendre opérationnels et propres à une distribution à l'extérieur.

La dernière version de Polyphemus date de 2019, et le modèle est désormais moins utilisé pour les études académiques tout en étant toujours utilisé dans le monde industriel (EDF, Total Energies). *In fine*, la fin du développement est une bonne chose, favorisant le recours à des outils communautaires (Chimere ou autre) pour la recherche académique, libérant ainsi du temps pour le développement des autres modèles.

Au niveau des axes de recherche de l'équipe, le constat est similaire. Seuls deux chercheurs et un postdoctorant portent les nombreux thèmes de recherche : modélisation multiéchelle en milieu urbain, exposition de la population à la pollution, modélisation des aérosols organiques, contribution des différentes sources de

pollution. Il existe un risque que l'implication dans de nouvelles thématiques (comme l'exposition) se fasse alors au détriment des axes en place.

Analyse de la trajectoire du thème

La trajectoire du thème et son projet sont cohérents avec la volonté d'implication sociétale du laboratoire. Malgré les risques et difficultés déjà présents lors de la précédente évaluation, les résultats scientifiques (nombre de publications, prix de thèses) et l'implication dans la société sont tout à fait satisfaisants. La trajectoire du thème est alors naturellement dans la continuité des réalisations de ces dernières années. L'étude de la fine échelle et plus particulièrement du milieu urbain est une thématique porteuse et de plus en plus importante ces dernières années au niveau international, que ce soit dans le domaine de la qualité de l'air, mais aussi de manière plus fondamentale dans celui de la circulation atmosphérique. Le positionnement du thème sur ce créneau est une bonne chose pour l'avenir. De là découlent naturellement les sujets de l'exposition des populations ou de la contribution des sources de pollution, ce qui permet au thème d'avoir une vision intégrée des problématiques liées à la ville et d'être un interlocuteur crédible pour les décideurs.

Les membres du thème semblent vouloir continuer de nouveaux développements dans leurs modèles numériques (déploiement du multiéchelle sur de nouvelles villes, modélisation des hétérogénéités urbaines, nouvelles paramétrisations de particules ultrafines revisite des processus de dépôt), ce qui est naturellement une bonne chose et atteste de son volontarisme. Cependant au regard des ressources limitées en personnel d'appui à la recherche, la question de la faisabilité de cette ambition se pose, surtout dans le cadre d'une distribution des codes à des utilisateurs extérieurs.

RECOMMANDATIONS AU THÈME

Le comité recommande au thème T2 d'avoir un encadrement de doctorants en cohérence avec le nombre de chercheurs HDR permanents de l'équipe, ou dans la mesure du possible de chercher à recruter d'autres chercheurs. Afin de satisfaire ses ambitions en matière de modélisation numérique, le comité recommande d'augmenter le nombre de personnel d'appui à la recherche. Le comité recommande de poursuivre l'implication vers la société en tant qu'expert en qualité de l'air urbain et de participer à la définition des politiques publiques. L'effort de collaborations nationales et internationales est à poursuivre.

Thème 3 : Assimilation de données, méthodes inverses et apprentissage automatique

Nom du responsable : M. Marc Boquet

THÉMATIQUES

Le thème T3 a pour objectifs le développement et l'application de méthodes mathématiques d'estimation pour les géosciences, particulièrement la météorologie, la qualité de l'air, et les sciences du climat. Les travaux historiques ont porté sur l'assimilation de données pour l'amélioration des prévisions et l'estimation de paramètres physiques ou statistiques. Une évolution récente majeure concerne l'introduction de techniques d'apprentissage statistique pour améliorer la prise en compte d'incertitudes de modélisation ou de mesure. Les contributions concernent le développement fondamental de nouveaux algorithmes et leur application en prévision météorologique et en construction de modèles substitués ou réduits.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recrutements de personnel (CR, 2019) et celui prévisionnel (Chaire professeur junior – CPJ, 2025) ont répondu positivement à la principale recommandation faite lors de la précédente évaluation. Cette évolution positive est mise à mal avec le départ récent d'un chercheur en 2024 au ECMWF et repose le problème de sous dimensionnement du potentiel scientifique redevenu critique pour développer cette thématique.

EFFECTIFS DU THÈME : en personnes physiques au 31/12/2023

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

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

La thématique a vu des avancées scientifiques importantes autour de l'incorporation de l'apprentissage statistique dans la démarche d'assimilation de données, a poursuivi ses travaux dans ses domaines d'expertise historiques, et a maintenu ses collaborations fructueuses au niveau européen. Son activité de recherche, soutenue et de qualité, a vu son potentiel croître à la suite d'un recrutement d'un chercheur permanent en 2019. Son positionnement scientifique et collaboratif avec des acteurs nationaux en assimilation et en apprentissage mériterait d'être mieux défini et explicité.

Points forts et possibilités liées au contexte

La principale avancée scientifique durant la période concernée est le choix d'incorporer des approches de type « Machine learning » (apprentissage automatique) dans les méthodologies d'assimilation de données, axe historique principal de cette thématique. Le point de vue adopté est équilibré, en ce qu'il vise à conserver la contribution des modèles physiques (tels que les systèmes d'équations aux dérivées partielles gouvernant la dynamique des fluides) tout en améliorant la prise en compte des incertitudes de modélisation et d'observation par l'apport de stratégies complémentaires centrées sur les méthodes d'analyse de données. Le point de vue machine learning est ainsi adopté de façon raisonnée, servant à pallier les inévitables insuffisances de la seule modélisation physique sans renoncer à ses apports. Cette évolution a suscité des publications de nature théorique et méthodologique, et a par ailleurs été mise en œuvre par modification d'outils existants, notamment celui développé par le ECMWF. Ces travaux révèlent ainsi une forte valeur ajoutée tant scientifique qu'appliquée et opérationnelle. Il est clair que le recrutement d'un CR en 2019 a renforcé significativement le potentiel de recherche de ce thème et a contribué à cette dynamique très positive.

Le choix a été fait de matérialiser cette inflexion significative de la réflexion méthodologique par une nouvelle appellation « Assimilation de données, problèmes inverses et apprentissage automatique ».

Ce thème jouit d'une solide reconnaissance internationale, notamment à l'échelle européenne par ses contributions aux moyens de prévision déployés par des agences telles que le ECMWF et son implication dans des projets à plusieurs partenaires. La visibilité du thème est également attestée par des conférences invitées, l'organisation de colloques ou sessions de formation au niveau international (Data assimilation in the geosciences - An overview, European geosciences union general Assembly 2018 et 2019, Vienna ; Data and dynamics: Dynamical systems techniques in data, Snowbird, Utah, USA, etc.) et l'exercice de responsabilités éditoriales dans des revues scientifiques du domaine (Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Foundations of Data Science).

Points faibles et risques liés au contexte

La variété des directions de recherches pertinentes est susceptible d'induire des risques par dispersion et requiert une bonne gestion des priorités scientifiques. Le départ en détachement d'un chercheur au ECMWF en 2024 repose la question du potentiel humain disponible très limité pour porter cette thématique.

Analyse de la trajectoire du thème

Les activités proposées pour ces prochaines années étendent et consolident de façon pertinente les avancées conceptuelles récentes, dans plusieurs directions : poursuite de l'assimilation renforcée par machine learning, conception de métamodèles physiques au moyen de cette dernière, raffinement des méthodologies d'assimilation classique (modèles physiques, filtrage, 4D-Var). Conservant le point de vue déjà adopté dès l'initiation du développement conceptuel d'algorithmes associant modèles mathématiques de la physique et sciences des données, le recours à la force brutale calculatoire (Google est cité) est écarté au profit d'une utilisation raisonnée de moyens humains et matériels plus modérés. Au-delà des arguments concrets présentés (données insuffisamment riches et précises, effectif modéré de l'équipe), cette vision nous paraît importante dans son principe et de portée potentielle plus large que le champ d'application naturel des travaux du thème T3.

Sur le plan concret, la réalisation (algorithmes, codes) des avancées théoriques s'effectue par des collaborations et au sein d'outils informatiques détenus par des partenaires (notamment l'ECMWF) plutôt que le développement de codes numériques internes, une approche également bien adaptée à l'effectif modéré du thème.

L'arrivée prochaine d'un nouveau chercheur (CPJ) permettra enfin de nouveaux développements (dont la nature reste ouverte à ce jour) tournés vers l'application des approches d'apprentissage en mécanique des fluides numériques. Le profil collaboratif de ce nouveau recrutement avec les autres composantes du Cerea est intéressant pour le laboratoire et caractérise un esprit d'ouverture scientifique des membres de T3. De nombreux acteurs travaillent sur les méthodes d'apprentissage et leurs applications, par exemple diverses équipes de l'Inria (Institut national de recherche en informatique et en automatique). Par ailleurs, Météo-France serait un partenaire naturel de cette thématique tant pour les développements méthodologiques que pour leurs applications. Le comité est ainsi surpris que la trajectoire présentée n'intègre pas plus explicitement ce rapprochement avec cet acteur institutionnel.

RECOMMANDATIONS AU THÈME

Le comité recommande à la thématique T3 de poursuivre le développement amorcé de collaborations avec des acteurs nationaux actifs sur des thématiques analogues, particulièrement Météo-France et les équipes pertinentes de l'Inria. Le comité est totalement en adéquation avec l'ambition de T3 à étendre les applications des méthodes qu'elle développe aux problématiques des autres thèmes du Cerea. C'est tout particulièrement le cas pour les activités de recherche que le futur chercheur titulaire de la CPJ pourra entreprendre. Enfin, le

départ en détachement d'un chercheur rend l'excellente dynamique scientifique de cette thématique fortement dépendante de la capacité de l'unité à compenser son départ. Le comité considère que cette compensation, *a minima* pendant la période de détachement, devrait constituer l'une des priorités du Cerea et de ses tutelles.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 21 novembre 2024 à 14h00

Fin : 22 novembre 2024 à 18h15

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

**Programme de visite Hcéres – Laboratoire Commun Cerea
Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique
21-22 novembre 2024**

Jour 0 (21 novembre après-midi)

Localisation : SIRTA, École Polytechnique, Avenue Le Chatelier LMD, 91120 Palaiseau

13 : 45 – 14 : 00 : **Accueil du comité et des participants**

14 : 00 – 15 : 00 : **Visite des Moyens d'Essais du SIRTA**

20 : 00 : *Déjeuner de travail du comité en huis clos*

Jour 1 (22 novembre)

Localisation : École nationale des ponts et chaussées, 6-8 avenue Blaise Pascal, Bâtiment Coriolis, 77420 Champs sur Marne

08 : 15 – 08 : 30 : **Accueil du comité et des participants**

08 : 30 – 08 : 45 : **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

08 : 45 – 11 : 45 : **Présentation de l'UMR et du bilan et de la trajectoire des activités (Programme détaillé ci-dessous)**

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

08 : 45 – 09 : 15 : **Présentation Bilan Général et trajectoire** (15 min) - Discussion (15 min)

09 : 15 – 09 : 45 : **Présentation du Bilan et trajectoire Thème 1** (15 min) - Discussion (15 min)

09 : 45 – 10 : 15 : **Présentation du Bilan Essais** (15 min) - Discussion (15 min)

10 : 15 – 10 : 30 : **Pause-Café**

10 : 30 – 11 : 00 : **Présentation du Bilan et trajectoire Thème 2** (15 min) - Discussion (15 min)

11 : 00 – 11 : 30 : **Présentation du Bilan et trajectoire Plateformes Numériques** (15 min) - Discussion (15 min)

11 : 30 – 12 : 00 : **Présentation du Bilan et trajectoire Thème 3** (15 min) - Discussion (15 min)

12 : 00 – 12 : 30 : Rencontre huis clos avec les enseignants-chercheurs et les chercheurs de l'unité

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

12 : 30 – 13 : 30 : Déjeuner du comité en huis clos

Jour 1 (Après-Midi)

13 : 30 – 14 : 00 : **Rencontre huis clos avec les personnels d'appui à la recherche, administratifs et techniques et CDD administratifs et techniques de l'unité**

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

14 : 00 – 14 : 30 : **Rencontre huis clos avec les doctorants, postdoctorants et CDD Recherche de l'unité**

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

14 : 30 – 14 : 45 : **Rencontre huis clos avec la direction de l'unité**

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

14 : 45 – 15 : 00 : **Rencontre huis clos du comité d'experts**

Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres.

15 : 00 – 15 : 45 : **Rencontre huis clos avec les tutelles**

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

15 : 45 – 16 : 30 : **Rencontre huis clos avec la direction de l'unité**

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

16 : 30 – 16 : 45 : **Pause-Café**

16 : 45 – 18 : 00 : **Rencontre huis clos du comité d'experts**

Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres.

18 : 00 – 18 : 15 : **Message de conclusion du Président**

Présence : membres du Comité, conseiller Hcéres, direction de l'unité, ouvert au personnel de l'unité

18 : 15 **Fin de la visite**

POINTS PARTICULIERS À MENTIONNER

Aucun point particulier n'est à mentionner.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

ÉVALUATION HCERES DE L'UNITÉ Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique (CEREA)

Madame, Monsieur,

Cette réponse fait suite à votre envoi du rapport d'évaluation **DER-PUR260025169 - CEREA - Centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique** dont nous vous remercions.

Nous vous adressons ci-dessous quelques observations générales en lien avec ce document.

Réponse au Rapport d'évaluation DER-PUR260025169 – CEREA : remarques générales

L'École nationale des ponts et chaussées (ENPC) et EDF R&D, tutelles du CEREA, tiennent d'abord à saluer le travail réalisé par le comité HCERES. Elles remercient le comité pour l'appréciation très positive du bilan et du projet du CEREA et pour les points de vigilance qu'il émet et qui sont pour nous des éléments importants pour construire les axes de progrès du laboratoire.

Les tutelles sont conscientes de l'atout que représente pour le CEREA le continuum entre recherche amont et recherche appliquée avec actions de transfert. Elles continueront donc à veiller très attentivement au bon équilibre de ce continuum, en conservant le lien fort avec les applications industrielles et en garantissant un cadre propice à l'expression, au rayonnement et à la valorisation des chercheurs, sans restreindre leur liberté d'exploration et d'innovation. Nous ne partageons pas forcément le sentiment d'isolement académique dont le comité fait part, plusieurs modèles du CEREA étant développés en partenariat. Il nous semble aussi pertinent que l'on vienne chercher les chercheurs du CEREA pour leur savoir-faire et que tout ne soit pas mutualisé, au risque d'une dilution du CEREA par des structures bien plus grosses ce qui entraînerait une perte de ses compétences propres aujourd'hui reconnues. Il nous semble donc que c'est plutôt le nombre de partenariats, soutenable pour un laboratoire de petite taille que son isolement, qui est ici en jeu, surtout quand il s'agit de disséminer les modèles de l'unité et de faire école.

Sur la politique aux interfaces des thématiques, il n'a pas été nécessaire pour le moment de mettre en place d'actions particulières. Elle s'est faite assez naturellement avec un financement de 30 à 60 Keuros/an à l'interface des thèmes T1/T2 et T1/T3 dans le cadre d'actions soutenues financièrement par EDF. L'interface T2/T3 est un peu plus en retrait, mais nous sommes convaincus que le profil scientifique du lauréat CPJ recruté récemment permettra l'émergence de telles interactions. Il est aussi sûr que le faible nombre de permanents sur T2 et T3 ne peut pas permettre pour le moment une montée en puissance trop forte sur ces interfaces alors que les chercheurs se concentrent sur le développement de leur propre thème.

Sur les aspects plus organisationnels, le laboratoire a effectivement réalisé son bilan carbone. Les résultats de ce bilan doivent maintenant se traduire par l'élaboration d'une feuille de route concernant les déplacements, la politique RH et les dispositifs expérimentaux ou de calcul à discuter entre les chercheurs et les tutelles. Sur les aspects sécurité les observations du rapport ont déjà été prises en considération avec la présence de sauveteurs-secouristes du travail au sein du CEREA. Enfin dans le cadre de la politique de diversité soutenues par les établissements tutelles, il est prévu qu'une femme puisse rejoindre le comité de direction du laboratoire de manière permanente lors de la mise en place de la prochaine convention de laboratoire l'an prochain.

Évaluation du thème T1 « observation et modélisation des processus physiques dans la couche limite atmosphérique »

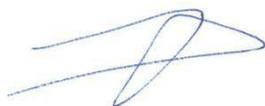
Nous prenons bonne note de la suggestion de valoriser et tracer les données issues des instruments de mesure localisés au SIRTA. La gestion des compétences d'expertise nous paraît aussi importante en permettant aux personnels EDF d'avoir une activité au long cours au sein du laboratoire afin de développer leur expertise et pouvoir réaliser des encadrements de doctorants, ingénieurs de recherche ou d'études et postdoctorants dans la durée. Une clarification sera faite sur les profils de poste pour donner aux postdoctorants visant des carrières académiques des objectifs de publication. Enfin, les chercheurs du CEREa s'appuieront sur leurs partenaires de valorisation pour développer leur expertise dans le domaine des études à moindre valeur ajoutée de façon à leur permettre de se concentrer sur les modèles et prototypes de modélisations plus amont qu'ils développent.

Évaluation du thème T2 « physico-chimie de la qualité de l'air »

Nous prenons bonne note de la pérennisation nécessaire des ressources humaines affectées au maintien en condition opérationnelle et à la diffusion et valorisation des plateformes logicielles, la situation actuelle d'un demi-permanent et d'un non permanent affectés à ces tâches étant très fragile. Cela est d'autant plus vrai que les personnels en question sont fortement sollicités pour leur expertise au sein de structures concurrentes ou partenaires, à même de leur proposer des postes de permanents. L'école nationale des ponts et chaussées envisage ainsi de pérenniser le poste de non permanent le plus rapidement possible afin de répondre à cette observation. Ce constat doit néanmoins être mis en perspective avec les réelles possibilités de recrutement dans un contexte actuel extrêmement tendu, où les créations de postes de chercheurs et personnels d'appui à la recherche sont rares.

Évaluation du thème T3 « assimilations de données, méthodes inverses et machine learning »

Nous prenons bonne note de la nécessité de compenser le départ en détachement d'un chercheur clé du thème pour maintenir l'excellence scientifique du thème T3. Une grande partie de l'activité de ce thème, notamment méthodologique, qui a fait sa réputation, implique des collaborations au niveau international, tout particulièrement européen, et de façon moindre au niveau national. Le recrutement récent d'un jeune chercheur sur la CPJ du CEREa devrait confirmer sinon accentuer ce trait. Concernant les collaborations avec Météo-France et l'INRIA plusieurs projets communs ont été soumis mais sont tributaires des financements nationaux. Par ailleurs, des liens forts et récurrents existent déjà entre les chercheurs de ce thème et ceux de Météo-France au travers de nombreuses discussions et d'échanges, de montages d'événements scientifiques, de comités scientifiques, et de soutenances partagées de thèses et d'HdR.



Patrick Massin
Directeur du CEREa



Jérôme LESUEUR
Directeur-Adjoint de l'ENPC,
Enseignement et Recherche



Etienne Brière
Directeur Scientifique d'EDF R&D

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

