

## RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

PC2A - Physicochimie des processus de  
combustion et de l'atmosphère

### SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université de Lille - U Lille

Centre national de la recherche scientifique -  
CNRS

---

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025**  
VAGUE E

Rapport publié le 16/07/2025



Au nom du comité d'experts :

Fabrice Foucher, président du comité

Pour le Hcéres :

Coralie Chevallier, 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 la présidente du Hcéres.

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

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

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

**Président :** M. Fabrice Foucher, Université d'Orléans

**Experts :** Mme Agnès Borbon, CNRS Aubière  
Mme Irina Graur Martin, AMU - Aix-Marseille Université (représentante du CoNRS)  
M. Lahouari Krim, Sorbonne Université (représentant du CNU)  
M. Philippe Scouflaire, CNRS Gif-sur-Yvette (représentant personnel d'appui à la recherche)

## REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Corinne Champeaux

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

M. Olivier Colot, université de Lille  
Mme Martine Meireles-Masbernat, CNRS  
M. Yan Pennec, université de Lille

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère
- Acronyme : PC2A
- Label et numéro : UMR 8522
- Nombre d'équipes : 3 équipes
- Composition de l'équipe de direction : M. Benjamin Hanoune (directeur d'unité)

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies  
ST4 Chimie  
ST5 Sciences pour l'ingénieur

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'unité PC2A est impliquée dans la recherche expérimentale et théorique concernant les défis sociétaux majeurs en lien avec la caractérisation des émissions polluantes issues de la combustion des carburants décarbonés et de la biomasse. L'unité s'intéresse particulièrement à la réactivité atmosphérique pour décrire l'impact de la pollution, dans les environnements extérieurs et intérieurs, sur la qualité de l'air et la santé. Dans le cadre du laboratoire commun « C3R Cinétique chimique, combustion, réactivité » avec l'Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (ISRN - Cadarache) actif jusqu'à fin 2019, PC2A a développé une activité de recherche théorique sur les conséquences environnementales des accidents dans une installation nucléaire.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le nom PC2A a été établi par l'unité en 2002, lorsque l'UMR s'est réorganisée autour de deux axes de recherche : (i) la physicochimie de la combustion, avec des activités autour des mécanismes chimiques dans les flammes, des diagnostics laser, la combustion et les procédés propres et (ii) la physico-chimie de l'atmosphère, basée sur la réactivité atmosphérique et la qualité de l'air. En 2006, une troisième thématique, Sûreté nucléaire, axée sur des méthodes de chimie théorique et expérimentale appliquées à la thermodynamique et la réactivité des espèces d'intérêt nucléaire, a été introduite en partenariat avec l'Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (IRSN – Cadarache). Ce partenariat a conduit en 2009 à la création du laboratoire commun C3R entre le Pôle de Sûreté Nucléaire (PSN), le CNRS et l'Université de Lille 1, avec intégration de personnels IRSN au PC2A. Suite à l'arrêt de cette collaboration fin 2019, l'unité PC2A a pris sa forme actuelle, avec trois équipes de recherche : (i) Physicochimie de la Combustion (équipe E1 : PCC, 1 animateur) ; (ii) Physicochimie de l'Atmosphère (équipe E2 : PCA, 2 animateurs) ; (iii) Simulations moléculaires de Processus Environnementaux (équipe E3 : SMPE, 2 animateurs).

Au 31/12/2023, l'unité compte 47 membres, dont 25 permanents : quatre directeurs de recherche (DR), quatre chargés de recherche (CR), quatre professeurs (PR), cinq maîtres de conférences (MCF) et huit personnels administratifs et techniques (PAR). Elle est organisée avec un service administratif et un pôle technique qui englobe la conception, la mécanique, l'électronique, le soufflage de verre, la métrologie, l'optique, la spectroscopie et les calculs scientifiques. Localisée sur le campus cité scientifique de l'université de Lille, à Villeneuve-d'Ascq, l'unité y occupe des locaux principalement dans trois bâtiments (C11, C16 et Cerla).

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'unité PC2A est rattachée, avec quatre autres laboratoires (LASIRE, UMET, UCCS, MSAP), au département de chimie de la faculté des sciences et technologies (FST) de Lille, créée en 2017, appartenant à l'établissement public expérimental (EPE) Université de Lille créé en 2022.

L'unité est également rattachée au CNRS INSIS (section 10) et au CNRS INSU (section 19) en section secondaire. L'unité dépend de l'école doctorale Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement (SMRE, ED 104), et émerge aux sections 31 et 62 du CNU.

L'unité est fortement impliquée dans divers instituts et projets multidisciplinaires, tels que l'Institut de recherches pluridisciplinaires en sciences de l'environnement de l'université de Lille (IREPSE), qui évoluera vers un Institut des Transitions Environnementales et Sociales (prévu 2025), l'initiative d'excellence I-Site ULNE, les CPER Climibio et Ecrin, la plateforme de métrologie optique de Lille (MeOL) et le centre d'étude et de recherches laser et applications (Cerla).

Le PC2A est co-porteur avec le Laboratoire d'optique atmosphérique (LOA) du labex CaPPA, qui se poursuit dans le cadre du programme interdisciplinaire AREA (Aerosol at the heart of the Earth-Atmosphere system)

coordonné par un membre de l'unité et financé par l'université de Lille (contexte AAP Cross disciplinary programme).

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	4
Personnels d'appui à la recherche	8
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>25</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	5
Post-doctorants	1
Doctorants	14
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>22</b>
<b>Total personnels</b>	<b>47</b>

## 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
U Lille	9	0	4
CNRS	0	8	4
<b>Total personnels</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

## AVIS GLOBAL

L'unité PC2A est structurée en trois équipes pour développer une activité de recherche théorique, expérimentale et numérique (modélisation) sur des problématiques environnementales. Cette structuration a permis d'accroître la dynamique et d'acquérir une meilleure visibilité des thématiques développées par l'unité en matière de combustion des biocarburants et de leur impact sur l'environnement. L'unité s'implique activement dans le développement de dispositifs expérimentaux pour des mesures ultrasensibles d'espèces chimiques (radicaux, espèces traces, particules), en milieu très haute température (moteur, flamme) comme à température ambiante dans des réacteurs ou sur le terrain. Les activités recherches de l'unité s'inscrivent dans le cadre de projets régionaux, nationaux et internationaux.

L'équipe E1 « Physicochimie des processus de combustion » (PCC) possède une expertise reconnue dans la caractérisation expérimentale de la dynamique et de la composition chimique des flammes, ainsi que dans la caractérisation in situ des particules de suie. Ses développements expérimentaux en spectroscopie laser et en spectrométrie de masse ont permis une caractérisation précise des températures et des vitesses de propagation des flammes, ainsi qu'une description à l'échelle moléculaire des processus de nucléation élémentaire des particules de suie. Les travaux concernant les mécanismes de formation et consommation des NOx dans les flammes de biocarburants et dans les flammes décarbonées à base d'ammoniac ou d'hydrogène sont à souligner.

L'équipe E2 « Physicochimie des processus de l'atmosphère » (PCA) est spécialiste de la réactivité radicalaire atmosphérique en phase gaz et la métrologie des aérosols. L'expertise de l'équipe dans la conception et l'utilisation d'appareils de mesure mobiles pour étudier les émissions de particules d'origines diverses est remarquable. La première identification par l'équipe des trioxydes en tant qu'interférents potentiels dans les instruments FAGE constitue une avancée importante dans la compréhension de la réactivité atmosphérique des radicaux OH. L'équipe est également active dans le développement de capteurs de polluants pour la

qualité de l'air intérieur et extérieur. La synergie des activités menées par ces deux équipes dans le domaine de la chimie environnementale est clairement visible.

L'équipe E3 « Simulations Moléculaires des Processus Environnementaux » (SMPE) est très active dans le domaine de la modélisation de la réactivité et possède une expertise dans la détermination des propriétés thermochimiques et cinétiques par l'emploi de méthodes de chimie théorique. L'équipe tend à recentrer ses thématiques nucléaires depuis l'arrêt du laboratoire commun C3R avec l'IRSN, vers des problématiques développées par les équipes E1 et E2 dans le cadre de la pollution atmosphérique, telles que la modélisation de la chimie de la combustion des hydrocarbures aromatiques polycycliques et des composés organiques volatils.

Le renforcement des interactions entre les équipes et la formalisation effective d'actions transverses sont à privilégier pour accroître la lisibilité et la cohérence des recherches menées, ceci d'autant que la taille de l'unité est modeste.

L'unité a une très bonne production scientifique, avec notamment près de 200 articles, dans des revues internationales reconnues de sa communauté. Son expertise bénéficie d'une bonne visibilité au niveau national (projets soutenus par des PEPR (2), par l'ANR (7), gouvernance du groupement français de la combustion, etc.) et au niveau international (laboratoire commun franco-japonais « the role of radicals in atmospheric chemistry », articles sélectionnés par des éditeurs, distinctions).

Les interactions de l'unité avec le monde socio-économique s'accroissent. La mise en place de contrats de collaborations, qui permettraient de valoriser pleinement les expertises scientifiques et techniques de l'unité, reste à amplifier.

L'implication de ses membres au niveau local est remarquable, notamment dans le (co)pilotage de nombreux projets structurants (labex, CPER), de plateformes (MeOL, Cerla) ainsi que de la fédération IREPSE. L'unité, en tant qu'entité, pourrait s'impliquer davantage dans les nouveaux projets de restructuration de la recherche et la formation portés par sa tutelle universitaire, notamment dans ceux de la fédération ITES et l'OSU, ce qui lui permettrait d'accroître sa visibilité et son attractivité.

L'un des principaux défis de l'unité est de définir sa politique en matière de ressources humaines. Une réflexion approfondie proactive, en concertation avec ses tutelles, est à engager pour gérer l'évolution de la pyramide des âges de l'unité et les futurs départs à la retraite qui risquent d'affaiblir des thématiques centrales de l'unité. Sur la base de ses priorités et de sa stratégie de recherche sur les questions liées à la santé, au changement climatique et à l'environnement et afin d'assumer son évolution thématique, structurelle et stratégique, de nouveaux leaders doivent émerger au sein de l'unité.

La mise en place d'actions d'animation scientifique globale au sein de l'unité, le renforcement de la communication de ses activités envers le monde socio-économique et culturel, accompagnés de l'amélioration des conditions d'accueil, sont des leviers que l'unité doit mettre à profit pour accroître sa visibilité et son attractivité, notamment pour le recrutement de doctorants.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

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

La production scientifique, dont l'augmentation avait été soulignée par la précédente évaluation, s'est maintenue avec environ 200 articles durant la période 2018-2023 ans dans des revues et trois chapitres de livres (151 articles pendant la période précédente de 5 ans). L'unité a su valoriser ses travaux, non seulement dans des journaux reconnus de ses disciplines, mais également dans des journaux plus généralistes et à forte reconnaissance comme Science, Nat. Chem., Nat. Comm., PECS, Angew. Chem. Int. Ed., etc.

La structuration de l'unité, qu'il était recommandé de formaliser, a été renforcée, notamment en ce qui concerne les fonctions d'appui à la recherche, qui se sont organisées en un pôle technique, avec un rôle accru grâce à des réunions régulières. Un responsable du pôle technique permettrait de clarifier encore l'organisation et l'impact de ce support.

L'unité n'a que peu convoqué d'assemblée générale au cours de la période. Elle n'a pas mis en place de journées annuelles des doctorants. Ceux-ci participent à celle organisée dans le cadre plus large de la fédération IREPSE et contribuent à l'animation scientifique interne au travers de séminaires bimensuels. Ces deux points restent à améliorer afin de conforter l'identité de l'unité.

La diversification des ressources financières, recommandée par la précédente évaluation, a partiellement évolué. L'unité a su diversifier ses ressources grâce à des financements provenant de l'ANR et de PEPR. Les relations avec des partenaires industriels restent en retrait et pourraient être davantage développées.

L'intégration du bâtiment C16 permettra de répondre à la problématique de l'étroitesse des locaux en augmentant la surface de l'unité de 500 m<sup>2</sup>.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

#### Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'unité s'engage activement dans des initiatives de recherche à l'échelle locale, nationale et internationale, en se fixant des objectifs scientifiques clairs axés sur la pollution atmosphérique. Cette nouvelle orientation se traduit par une réorientation et une confortation pertinentes des thématiques expérimentales et théoriques vers des domaines tels que la chimie des aérosols, la production et l'analyse des suies, ainsi que la combustion décarbonée.

Suite à l'arrêt des collaborations avec l'IRSN, l'unité PC2A a réévalué une partie de ses objectifs et a dû abandonner l'activité liée à la sûreté nucléaire. Cependant, les thématiques de recherche de l'unité apparaissent encore trop dispersées.

#### Appréciation sur les ressources de l'unité

Le laboratoire PC2A dispose de ressources humaines en adéquation avec ses ambitions scientifiques. Le pôle technique joue un rôle crucial en soutenant les travaux expérimentaux de l'unité, et la nomination d'un responsable pour ce pôle pourrait être envisagée.

Les départs à la retraite de deux directrices de recherche, piliers des équipes E1 et E2 et impliquées dans des projets majeurs pourraient être davantage anticipés.

Bien que les ressources financières soient significatives, elles varient d'une équipe à l'autre et pourraient être plus diversifiées, notamment à travers le développement de partenariats.

## Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'unité, de taille modeste, a établi une gouvernance centrée sur le directeur, avec le soutien du CDL et du CS. Au-delà de ce qui existe déjà au sein de l'unité, l'animation scientifique gagnerait à être mieux structurée et adaptée à la taille de l'unité. L'organisation d'une assemblée générale annuelle ainsi que celle d'une journée des doctorants sont à privilégier.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité aborde les thématiques de l'énergie et de l'environnement à travers des axes de recherche reconnus au niveau national et international. Elle se concentre notamment sur les grands défis sociétaux, tels que les énergies propres, sûres et efficaces, en étudiant les émissions liées à la combustion, la réactivité atmosphérique et le devenir des polluants issus de la chimie de l'atmosphère, ainsi que l'évaluation des impacts environnementaux des risques associés. Ces thèmes majeurs, qui structurent l'unité en trois équipes, sont parfaitement alignés avec les enjeux sociétaux actuels.

L'unité a su tisser des liens solides avec des acteurs régionaux et nationaux. En pilotant de nombreux projets stratégiques (CPER, projets dans le cadre des PEPR Spleen et Hydrogène), l'unité PC2A prouve sa capacité à organiser et à fédérer ses recherches en collaboration avec des partenaires académiques de premier plan.

La restructuration de la fédération IREPSE en un institut ITES offre la possibilité d'afficher clairement les thématiques fortes de l'unité et ainsi de conserver un dynamisme quant à la co-construction de projets structurants locaux tels que ceux des CPER.

#### Points faibles et risques liés au contexte

L'unité, organisée en trois équipes de taille modeste, couvre un large éventail de thématiques au sein de chacune d'elles, ce qui complique la mise en place d'une politique de recherche à la fois efficace et ciblée.

Bien que les collaborations avec le monde académique, tant au niveau régional, national qu'international, soient bien établies, l'unité pourrait davantage s'ouvrir à des partenariats avec des acteurs non académiques.

La participation active à la gestion de nombreux projets structurants (labex, CPER, PEPR), de plateformes (MeOL, Cerla) et de la fédération IREPSE constitue un risque que l'unité perde de son identité propre.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité mène des recherches principalement expérimentales, qui requièrent l'utilisation de nombreux équipements (brûleurs, chromatographes, spectromètres, lasers, etc.). Grâce à ses ressources propres issues de projets financés par l'ANR (participation à 7 projets), par les PEPR Hydrogène et Spleen (2 projets) et par les CPER-Ecrin et Climibio qui contribuent à environ 550 k€ par an, soit 80 % de son budget, l'unité a su maintenir et optimiser ses plateformes de mesures analytiques et optiques.

La création d'un pôle technique mutualisé, regroupant dix personnels PAR (dont 2 en CDD), constitue un atout majeur pour assurer le bon fonctionnement et la pérennité des activités expérimentales de l'unité.

Le pilotage des CPER Climibio et Ecrin, du labex CaPPA et de la fédération IREPSE conforte le rôle majeur de plusieurs membres de l'unité à l'échelle locale, ce qui devrait permettre à l'unité d'affirmer sa propre trajectoire.

La coordination du projet MONTHY du PEPR Hydrogène et la participation à un projet du PEPR SPLEEN témoignent du positionnement des ressources scientifiques de l'unité au plan national dans les domaines de la combustion et de la physico-chimie de l'atmosphère. Ces initiatives offrent à l'unité une occasion stratégique de consolider davantage son positionnement et de renforcer son influence dans les domaines de la recherche.

L'unité a formé 49 doctorants et accueilli quatorze post-doctorants et trois ATER. 26 thèses ont été soutenues au cours de la période, pour seize HDR. Environ la moitié des doctorants bénéficient de contrats doctoraux financés par l'établissement.

L'intégration du bâtiment C16, qui permet d'augmenter de près de 500 m<sup>2</sup> la surface affectée à l'unité, offre une réelle possibilité pour réorganiser les installations expérimentales et les supports techniques. Cette expansion représente une occasion précieuse pour améliorer la sécurité, renforcer la cohésion du personnel et des thématiques de recherche, ainsi que pour accroître la visibilité des activités de recherche.

### Points faibles et risques liés au contexte

Les différentes équipes couvrent un nombre de thématiques important par rapport au nombre de permanents, ce qui fait craindre une dispersion thématique ainsi qu'un manque de cohésion.

Les ressources financières, qui permettent des investissements conséquents, dépendent principalement des projets structurants. L'unité doit donc s'assurer de maintenir un flux financier suffisant pour couvrir les opérations de maintenance et renouveler le matériel, au-delà des ressources liées aux appels à projets.

Les départs à la retraite de deux directrices de recherche (DR) très actives au cours de la prochaine période soulèvent des inquiétudes quant à une possible perte de dynamisme et d'animation scientifique dans les équipes concernées. L'unité devra être attentive à la pérennisation des activités développées par ces figures clés.

La moyenne, d'environ quatre doctorats soutenus par an, constitue un point de vigilance au regard de la taille et du rayonnement de l'unité.

Le pôle technique compte au moment de l'entretien deux personnels d'appui à la recherche en CDD. Il est essentiel que l'unité, en lien avec ses tutelles, assure la pérennité ou la diversification des ressources financières nécessaires pour maintenir ces postes.

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

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a bénéficié d'un seul recrutement durant la période 2018-2023, avec l'intégration d'un maître de conférences (MCF). Deux chargés de recherche (CR) ont été promus directeurs de recherche. Consciente des départs à la retraite à venir, l'unité a proposé des candidats pour un poste de CR, mais sans succès.

Six personnels d'appui à la recherche (PAR) ont obtenu une promotion. Face aux départs de PAR, plusieurs personnels ont été recrutés en contrats à durée déterminée (CDD). L'unité s'appuie sur les services des ressources humaines de l'université de Lille et du CNRS pour garantir des conditions optimales de recrutement des CDD.

L'unité présente une répartition hommes-femmes proche de la parité, tant au niveau des permanents (12 femmes pour 15 hommes) qu'au niveau global avec 21 femmes et 26 hommes.

En matière de sécurité, une politique proactive a été mise en place. Deux agents de prévention (AP), un référent en sécurité laser, un référent pour le transport de matières dangereuses et un référent incendie ont été désignés durant la période. Les AP assurent la formation des nouveaux arrivants et veillent à ce que ceux-ci disposent de toutes les qualifications nécessaires pour travailler au sein du laboratoire.

Le personnel est encouragé à suivre les formations proposées par le CNRS et l'université de Lille.

Deux volontaires se sont également investis dans la gestion des questions liées au développement durable.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le vieillissement de la pyramide des âges parmi les enseignants-chercheurs (EC) est un point de vigilance et impose une anticipation dans les recrutements à venir.

Le recours à des personnels de recherche (PAR) sous contrat à durée déterminée (CDD), financés par les tutelles, présente un risque pour le maintien des compétences techniques à long terme.

L'unité est confrontée à plusieurs arrêts maladie de longue durée qui doivent être gérés avec une attention particulière.

L'unité devra également anticiper des évolutions liées aux procédures de recrutement HSR4R, dont la labellisation a été entamée en 2023 par l'université de Lille, ainsi que la mise en place éventuelle de mesures de protection du patrimoine scientifique et technique de l'unité.

La protection des données et la gestion du parc informatique de l'unité semblent perfectibles et nécessitent une attention accrue.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

### Appréciation sur l'attractivité de l'unité

L'unité bénéficie d'une reconnaissance aux niveaux régional, national et international incontestable, comme en témoignent le grand nombre de projets structurants qu'elle dirige localement (labex, CPER, I-Site), sa participation à des projets financés par l'ANR ou des PEPR, ainsi que de nombreuses collaborations internationales et l'accueil de chercheurs invités. Cependant, cette reconnaissance reste limitée à peu de membres.

La plateforme MeOL constitue une excellente initiative à l'échelle locale et nationale. La formation associée en diagnostic optique est également une initiative remarquable.

- 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

L'unité participe activement à de nombreuses conférences internationales, avec environ 130 communications orales (International Symposium on combustion, European Combustion meeting, International conference on chemical kinetics, International aerosol conference, EGU), ainsi qu'à des conférences thématiques ciblées, comme celles, par exemple, de Compola, Quadmarts ou des journées des GDR Suie, Emie et ThémS.

Quinze conférences invitées ont été données, dont la moitié à l'international.

Les équipes sont fortement impliquées dans les comités scientifiques de diverses conférences, dont quatre ont été organisées à Villeneuve-d'Ascq : Gas Kinetics en 2018, Air Pollution Sensors en 2018, Low Carbon Combustion en 2020, et Quadmarts en 2022.

Les membres de PC2A assument d'importantes responsabilités éditoriales dans les revues scientifiques les plus influentes de leur domaine. La participation au comité éditorial de Progress in Energy and Combustion Science de 2018 à 2023, la rédaction associée des Proceedings of the Combustion Institute ainsi que de Fuel Communications sont à souligner.

La co-présidence du colloque « Soot, Nanomaterials, Large Molecules », la coordination du colloque « Émission Mitigation » lors des 39<sup>e</sup> et 40<sup>e</sup> symposia internationaux sur la combustion, la présidence de Gas Kinetic Discussion Group (Royal Society of Chemistry) ainsi que l'appartenance au comité de sélection du prix Bernard Lewis du Combustion Institute témoignent de la visibilité des activités de l'unité.

L'implication dans la gouvernance du groupement français de la combustion (GFC) est remarquable (membres impliqués en tant que trésorière, secrétaire puis président).

Plusieurs membres de l'unité ont été distingués pour leurs contributions : Fellow of the Combustion Institute en 2019, médaille d'or de l'université Comenius de Bratislava, première chercheuse française à obtenir un visa High Talent pour la Chine en 2020.

L'unité encourage activement ses doctorants à candidater à des prix de thèses. Ils ont obtenu le prix de la Société Chimique de France en 2022, le prix du président de l'Université Comenius de Bratislava en 2021, le prix de thèse 2023 de l'Association française de Résonance Paramagnétique Électronique.

Certains membres de l'unité jouent un rôle clé dans le pilotage de projets structurants locaux, notamment les CPER Climibio et Ecrin, le labex CaPPA, l'institut IREPSE et le Hub Planète de l'initiative d'excellence ULNE. Cette participation illustre clairement la visibilité et l'importance de l'unité au sein du paysage régional et se matérialise également par de nombreuses interactions avec les unités de recherche lilloises LOA, PhLAM, LASIRE, IEMN, IMT Nord-Europe CERI-EE, de l'ULCO comme LPCA et de l'UPHF comme LAMIH.

L'unité bénéficie d'un partenariat pérenne avec l'université de Kyoto, en particulier dans le cadre d'un laboratoire international associé, renouvelé jusqu'en 2026. Plusieurs collaborations internationales sont formalisées par des programmes Hubert Curien (Chine, Taiwan, Royaume-Uni, Allemagne, Hongrie).

Plusieurs co-tutelles de thèses, plusieurs séjours de membres de l'unité à l'étranger (Chine, Japon, Australie, Taïwan, Allemagne, Slovaquie, Belgique, Royaume-Uni, etc.), ainsi que l'accueil de chercheurs étrangers (univ. Kyoto - Japon, Melbourne - Australie, Hefei - Chine, Duisburg-Essen - Allemagne, Ghent - Belgique, etc.) illustrent l'attractivité internationale de l'unité et un réseau international particulièrement étendu.

L'unité dispose d'un parc d'équipements scientifiques remarquable, comprenant des lasers, des spectromètres, des caméras, des analyseurs de gaz, des granulomètres, des compteurs optiques de particules, etc. notamment dans le cadre des plateformes MeOL et Cerla de l'université de Lille, auxquelles elle contribue ou qu'elle (co)coordonne avec d'autres unités du site.

Les personnels PAR de l'unité, grâce à leurs compétences variées et complémentaires, en analyses physico-chimiques et en développements expérimentaux, contribuent au rayonnement de l'unité et sont associés aux publications (environ 40 publications).

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

Le nombre important de projets structurants (CPER, labex, PEPR, fédération) portés ou pilotés par l'unité, souvent impulsés par quelques individus, expose l'unité au risque d'un éparpillement de ses activités. La pérennité de ce dynamisme doit également être questionnée, notamment face aux prochains départs à la retraite, ce qui constitue un enjeu crucial pour l'avenir de l'unité.

Le rayonnement externe de l'unité repose principalement sur quelques personnalités, dont deux partiront à la retraite au cours du prochain contrat. L'unité devrait donc encourager l'émergence et la visibilité des jeunes chercheurs pour assurer la continuité de son influence.

L'animation du laboratoire associé international est menacée par les départs prochains des responsables français et japonais.

En matière de recrutement de doctorants, l'unité pourrait améliorer son attractivité en diversifiant ses sources de recrutement, afin de réduire sa dépendance aux formations de masters liées à ses thématiques.

L'unité doit également s'efforcer d'attirer de jeunes chercheurs talentueux pour pouvoir proposer des candidats compétitifs aux concours CNRS.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

### Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique de l'unité est excellente, avec une moyenne de 2,5 articles par an/ETP, dans des revues internationales spécialisées. Plusieurs articles sélectionnés par ces revues marquent la forte reconnaissance des activités de l'unité. Néanmoins, de très fortes disparités sont observées entre les thématiques et les C/EC.

*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 laboratoire est de grande qualité. Les publications ciblent des revues spécialisées correspondant aux thématiques du laboratoire, telles que Chemical Physics Letters, Journal of Physical Chemistry A and C, Physical Chemistry Chemical Physics, Combustion and Flame, Fuel, et Aerosol Science and Technology (187) et les recueils de conférences reconnues comme Proceedings of the Combustion Institute (14).

Plusieurs articles ont été sélectionnés comme « hot article » par des revues internationales renommées, telles que Physical Chemistry Chemical Physics, Angewandte Chemie International Edition et RSC Advances.

De nombreux articles sont issus de collaborations avec des équipes locales, régionales, nationales ou internationales, valorisant ainsi les partenariats scientifiques. Près de 25 % des publications de l'unité sont co-signées avec des partenaires internationaux.

Les doctorants contribuent à près de la moitié de la production scientifique, avec en moyenne près de trois articles par thèse soutenue.

L'unité valorise à travers sa production scientifique, son expertise en développements expérimentaux, en détermination expérimentale de constantes de vitesse et de paramètres spectroscopiques ainsi que son potentiel en détermination de réactions d'intérêt, par méthodes de chimie théorique.

Les travaux novateurs de l'unité parmi lesquels la mise en évidence expérimentale de dimères d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs), dans les flammes, permettant d'expliquer la formation de suies (Chem. Com., 2020) ainsi que celle du rôle de la vapeur d'eau dans l'oxydation atmosphérique du méthanol (Angewandte Chemie International Edition, 2019) sont à souligner.

La prise en compte de la science ouverte progresse, notamment grâce au dépôt systématique des publications dans la plateforme HAL.

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

La production scientifique est très hétérogène parmi les chercheurs et enseignants-chercheurs de l'unité.

Certains des chercheurs les plus productifs prendront leur retraite lors du prochain contrat, ce qui représente un défi pour maintenir ce niveau de production.

## 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'unité développe des partenariats avec un nombre croissant d'acteurs industriels, notamment pour le développement de réseaux de capteurs permettant d'étudier la qualité de l'air et l'exposition individuelle, mais qui ne sont pas suffisamment valorisés par des contrats.

Les membres de l'unité sont impliqués dans les initiatives destinées au grand public, par le biais de la presse écrite et audiovisuelle locale, qui pourraient être intensifiées à une échelle plus large.

- 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'unité développe des partenariats avec un nombre croissant d'acteurs industriels, dont Auxitrol, Total Marketing Services, General Electric et la SNCF (un dispositif Cifre), pour le développement de réseaux de capteurs permettant d'étudier la qualité de l'air et l'exposition individuelle.

L'unité développe des partenariats avec des EPIC tels que l'IFPEN et l'ONERA, autour de sujets de thèse.

Elle poursuit sa collaboration avec l'IRSN, malgré la fin du laboratoire commun C3R en 2019, à travers quelques projets ponctuels.

L'unité engage également quelques actions de valorisation auprès des secteurs culturel, économique et social, comme la diffusion du logiciel Thermo NO-LIF en 2020 et d'APCFA en 2024.

L'unité met ses compétences au service de l'ANSES. Elle a participé à la rédaction d'un livre blanc dans le cadre du CPER Climibio, et prend part à des instances telles que le Haut Conseil Métropolitain pour le Climat.

Les matériels, techniques et compétences du PC2A dans le domaine des diagnostics laser sont mis à profit, de manière pérenne, dans le cadre de l'Action Nationale de formation CNRS « initiation aux méthodes de spectroscopies laser pour l'étude des milieux réactifs » organisée périodiquement.

L'unité s'investit dans la vulgarisation scientifique à destination du grand public, en participant à des événements comme les Fêtes de la Science, les Cordées de la Réussite, à des interviews et à la rédaction d'articles de presse locale ainsi qu'à diverses expositions et manifestations scientifiques locales.

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

Les collaborations mentionnées apparaissent souvent ponctuelles et ne font que peu l'objet de contrats de collaborations, qui permettraient de valoriser pleinement les expertises scientifiques et techniques de l'unité.

L'unité gagnerait en visibilité à développer une vulgarisation scientifique de plus grande portée, au niveau national notamment.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

L'unité bénéficie d'une reconnaissance nationale et internationale incontestable, construite au fil des décennies autour de la physico-chimie de la combustion, de l'atmosphère et des simulations moléculaires de processus environnementaux. Cette réputation repose, et continue de reposer, sur l'apport de quelques chercheurs et enseignants-chercheurs dont la visibilité internationale et le dynamisme sont indéniables.

Avec l'évolution de la pyramide des âges, il devient urgent d'anticiper les prochains départs à la retraite et les évolutions de carrière pour assurer la pérennité de cette reconnaissance scientifique.

Il est crucial que l'unité se positionne sur les grands enjeux sociétaux, notamment dans le contexte de la transition énergétique et de la décarbonation, tout en évitant la dispersion. Une trajectoire claire dans ces domaines est essentielle pour maintenir la cohérence des activités de recherche et favoriser les actions intra et inter-équipes.

Le renforcement des partenariats avec le secteur non-académique est nécessaire pour valoriser les recherches fondamentales et diversifier les sources de financement, notamment en vue de couvrir la maintenance et le renouvellement des instruments scientifiques de grande valeur ainsi que les contrats de PAR en CDD,

L'université a mis en place de nouvelles structures de types instituts et autres, dans lesquelles des membres de PC2A s'investissent fortement, parfois en tant que pilote. Cependant, le PC2A ne précise pas clairement son positionnement, en tant qu'unité, au sein de ces différentes entités.

En particulier, la transformation de la fédération IREPSE en Institut des Transitions Environnementales et Sociales représente une possibilité que l'unité doit saisir pleinement. Cela permettra de définir une trajectoire visible, cohérente et pérenne pour son développement futur et asseoir sa position dans ce contexte local et plus largement au niveau national.

## RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Le comité recommande à l'unité de définir une stratégie afin d'anticiper les prochains départs à la retraite et assurer les transitions efficacement.

Le comité encourage l'unité à renforcer sa gouvernance interne en s'appuyant sur un comité de direction, un conseil de laboratoire (CDL) et un conseil scientifique (CS) aux rôles clairement identifiés.

La mise en place d'animation scientifique à l'échelle de l'unité (assemblée générale, journées scientifiques, journée des doctorants) est recommandée afin d'affirmer l'identité de l'unité et favoriser les interactions intra et inter-équipes.

Les responsabilités d'équipe sous la forme de binôme n'apparaissent pas pertinentes au vu de la taille des équipes.

L'unité doit veiller à capitaliser sa position dans le contexte local (IREPSE, en particulier) pour inscrire pleinement sa stratégie globale en adéquation avec les orientations des tutelles, notamment en intégrant l'institut ITES et le futur OSU dans sa trajectoire.

Le comité invite l'unité à établir sa stratégie scientifique sur des projets scientifiques d'envergure structurants et ambitieux et à limiter les initiatives mineures ou individuelles qui induisent une grande dispersion thématique.

De tels projets permettraient d'assurer, grâce à des ressources accrues, la formation d'un nombre de doctorants plus important, en adéquation avec sa capacité de direction (HDR), ce qui renforcerait la capacité de production scientifique de l'unité.

### *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

Le comité encourage l'unité à valoriser les divers équipements de pointe dont elle dispose, en les exploitant comme leviers pour le montage de projets ambitieux, notamment auprès de l'ANR et des programmes européens.

Le comité recommande à l'unité de s'appuyer également sur ses collaborations internationales pour le montage de projets d'envergure, au-delà des PHC actuels.

L'unité doit réfléchir, à court terme, à l'avenir du laboratoire associé international, avec l'université de Kyoto, du fait des départs prochains des deux responsables.

Le comité encourage l'unité à renforcer son attractivité en valorisant ses thématiques de recherche majeures et ses expertises reconnues en mesures et diagnostics.

La création de l'ITES et de l'OSU constitue un atout dont doit se saisir l'unité pour attirer des jeunes talents en thèse, post-doctorats, ainsi que des chercheurs ou enseignants-chercheurs confirmés.

Le comité invite l'unité à engager des discussions, en concertation avec ses tutelles, visant à trouver des solutions d'amélioration en matière de sécurité et de qualité de vie au travail et à envisager des espaces de convivialité propices à un environnement de recherche collaboratif et épanouissant.

### *Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique*

Le comité recommande à l'unité de poursuivre ses efforts pour préserver un haut niveau de production scientifique, tout en veillant à une répartition plus équilibrée des contributions entre les différentes équipes ainsi qu'entre les chercheurs et enseignants-chercheurs.

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

Le comité recommande à l'unité de développer des partenariats au cœur de ses expertises avec le monde socio-économique, notamment avec des entreprises et des acteurs industriels, ce qui permettra de diversifier ses ressources, très fortement centrées sur des financements académiques locaux.

Le comité invite l'unité à envisager la valorisation des modèles et logiciels qu'elle développe auprès du monde socio-économique tout en veillant à engager des démarches de protection industrielle.

L'unité est inscrite dans une démarche d'animation scientifique locale. Afin de favoriser le rayonnement de l'unité auprès des instances et du tissu social locaux, le comité recommande à l'unité de poursuivre et d'intensifier ses efforts d'animation scientifique que lui permettent le contexte environnemental et l'impact socio-économique de ses activités.

# ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

**Équipe 1 :** Physicochimie de la Combustion (PCC)

Nom du responsable : M. Guillaume Vanhove

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les travaux de l'équipe « Physico-chimie de la combustion » se concentrent sur l'amélioration des mécanismes de formation des émissions polluantes, notamment les oxydes d'azote, les particules de suie et leurs précurseurs, ainsi que les précurseurs d'aérosols organiques secondaires. L'équipe s'intéresse également au potentiel des carburants alternatifs, tels que l'hydrogène, l'ammoniac, les biocarburants et les e-carburants, en intégrant leur capacité à réduire les émissions polluantes. Pour atteindre ces objectifs, l'équipe conçoit des dispositifs expérimentaux et élabore des modèles cinétiques chimiques. Ces recherches s'inscrivent principalement dans les domaines de la mobilité et de la production d'énergie.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

/

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	1
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>10</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	7
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>10</b>
<b>Total personnels</b>	<b>20</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe PCC jouit d'une renommée au meilleur niveau mondial. Elle se distingue par un très bon niveau de publications (environ 3 publications/an/ETP), de nombreuses collaborations, une forte implication dans des programmes de recherche tels que le CPER Ecrin, le labex CaPPA, le projet MONTHY du PEPR Hydrogène. L'investissement de l'équipe dans l'animation scientifique est remarquable avec la participation à l'organisation de conférences aux niveaux national et international. L'équipe est également fortement impliquée dans la société savante de référence du domaine et dans des comités éditoriaux.

L'équipe montre un dynamisme de groupe qu'il faut souligner.

## Points forts et possibilités liées au contexte

Les recherches menées par l'équipe PCC sont en phase avec les enjeux sociétaux majeurs et répondent aux enjeux climatiques. Les activités humaine et industrielle produisent de fait des émissions polluantes ; l'équipe s'efforce de les caractériser et d'identifier les origines de ses émissions et les chemins pris par ces polluants pour se former. À travers l'étude de nouveaux carburants décarbonés ou très bas carbone, l'équipe PCC s'attache à caractériser les polluants tels que les oxydes d'azote, les particules fines et leurs précurseurs par des mesures expérimentales innovantes et très précises. Toutes ces informations ne peuvent être obtenues qu'en couplant le développement d'outils expérimentaux comme des brûleurs spéciaux (brûleurs à flamme de diffusion de combustibles liquides, brûleur à flamme froide (e.g. Proc. Combust. Inst., 2023)) avec différents diagnostics de pointe tels que la fluorescence induite par laser (LIF et TALIF), la spectroscopie d'absorption à cavité optique (CRDS), la spectrométrie de masse, la chromatographie, etc., au cœur de l'expertise de l'équipe, jusqu'à la mise en place de modélisation cinétique et d'outils numériques pour le post-traitement de données.

L'équipe PCC profite également de moyens expérimentaux d'exception tels que ceux de la ligne DESIRS du synchrotron SOLEIL.

Les membres de l'équipe, tous fortement impliqués dans les activités de recherche, possèdent des profils complémentaires, ce qui leur permet de concevoir et de gérer une large gamme de dispositifs expérimentaux, tout en déployant des moyens de mesures innovants et de haute précision.

Le nombre et la qualité d'articles, avec près de 80 dans les meilleures revues de leurs spécialités (PECS (2), Combustion and Flame (17), Proc. Combust. Inst. (10), Fuel (6), Phys. Chem. Chem. Phys. (4), etc.) sont remarquables et font référence dans le domaine.

Dix articles sont en collaboration avec l'équipe PCA, et un article en collaboration entre les trois équipes. Dix-huit articles en collaboration avec l'équipe E3-SMPE traduisent la complémentarité des deux équipes, à travers notamment la bi-appartenance de l'un des membres (PR).

Différentes études ont marqué la période comme la caractérisation expérimentale, grâce au couplage de diagnostics in situ (LIF, CRDS) et au développement de techniques originales, des espèces clés dans la chimie des NOx dans les flammes, permettant de déterminer les différentes voies réactionnelles et définir des modèles cinétiques chimiques : prompt-NO en flamme d'hydrocarbures (PECS, 2021) et autres voies dans les flammes décarbonées ammoniac et hydrogène.

La mise en évidence par résonance paramagnétique pulsée (RPE) et par analyse synchrotron de dimères de HAPs (Commun. Chem. 2020, Hot article PCCP 2019) impliqués dans la formation des suies ainsi que la détection et la quantification d'hydrocarbures polycycliques oxygénés (HAPOs) par GC-SPT (gas chromatography-sample preconcentration trap) lors de la combustion de biocarburants (Energy & Fuels, 2024) constituent des travaux pionniers dans le domaine de la combustion.

Des membres sont investis dans les comités éditoriaux majeurs (Progress in Energy, Combustion Science, Fuel Communications). L'implication dans la société savante de référence, le Groupement français de Combustion, en prenant les rôles de secrétaire, président et de trésorier, dans le « Combustion Institute » et dans des réseaux nationaux comme le GDR Suies et internationaux (RCM Workshop, Flame Chemistry, ISF) est remarquable.

Un membre se distingue notamment en tant que « fellow of the combustion institute » et est par ailleurs invité dans de nombreuses conférences.

L'équipe PCC participe à l'organisation d'événements (conférence, workshop, etc.) ; elle a initié la conférence internationale annuelle « Low Carbon conference » qui rencontre un franc succès après trois éditions.

L'équipe est fortement impliquée dans les initiatives locales dans le domaine de l'environnement tels que le labex CaPPA (co-porté avec le LOA), les CPER Climibio (co-porté avec le EEP) et Ecrin.

Nourries de ce contexte local fort, des collaborations ont été engagées à travers la fédération IREPSE.

L'équipe PCC a développé de nombreuses collaborations nationales avec des laboratoires de recherche français (CORIA, EM2C, IMFT, PRISME, LRGP, CERFACS) et des EPIC (IFPEN, ONERA), au travers de trois projets financés par l'ANR (Siac, Ofelie, Interstellar), deux projets financés par les PEPR Spleen (OXY3C) et Hydrogène (Monthly porté par l'équipe).

Les collaborations internationales sont également nombreuses en Europe : RWTH Aachen Allemagne, CNR Naples, LCT Gand Belgique, ARAID Saragosse, mais également Lawrence Livermore Nat. Lab USA et NUI Galway Irlande.

## Points faibles et risques liés au contexte

Le départ à la retraite dans le prochain quinquennal d'une chercheuse particulièrement active de l'équipe risque fort de compromettre le dynamisme de l'équipe. L'équipe veillera à se restructurer à court terme pour prendre en compte ce départ et évaluer les thèmes de recherche les plus pertinents à pérenniser.

La participation à de nombreux projets semble étroitement liée à l'expertise métrologique de l'équipe.

Les thématiques abordées sont variées et souvent déclinées sous forme de projets spécifiques associés à chaque thème qui nuisent à la cohérence de l'équipe et à sa visibilité.

Il apparaît essentiel de ne pas sous-estimer le risque de dispersion, d'autant plus que les ressources humaines disponibles sont limitées.

L'absence de trajectoire clairement définie ne permet pas à l'équipe de maximiser ses chances d'attirer des candidats de qualité, susceptibles de se présenter au concours CR du CNRS.

Une mutualisation insuffisante des personnels d'appui à la recherche (PAR) constitue un point de vigilance, car elle oblige chercheurs, enseignants-chercheurs (C/EC) et doctorants à consacrer un temps significatif à la maintenance des dispositifs, au détriment de leurs activités de recherche.

L'équipe PCC semble parfois se disperser dans des activités et prestations à faible valeur ajoutée, qui demandent un investissement conséquent tant pour le porteur de projet que pour l'équipe de gestion.

Le renforcement de liens avec de grands industriels est à privilégier dans le cadre de collaborations mutuellement bénéfiques : l'équipe pourrait apporter une expertise précieuse aux industriels, tout en bénéficiant de leur soutien et de ressources.

Certaines expériences menées par l'équipe nécessitent des conditions d'exploitation optimales. Il est essentiel de veiller à préserver la santé et la sécurité de tous. L'équipe doit signaler les difficultés rencontrées aux référents compétents (hygiène, sécurité, etc.) ainsi qu'à la direction, afin de mettre en place les mesures correctives nécessaires. L'équipe peut également jouer un rôle actif dans l'amélioration des conditions de travail et de la qualité de vie au sein du laboratoire. Ces initiatives contribueraient à renforcer son attractivité et à faciliter le recrutement de nouveaux talents.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe PCC a orienté ses recherches vers l'étude de l'oxydation des carburants, contribuant ainsi aux efforts de décarbonation, notamment dans le secteur des transports. Parallèlement, elle a maintenu ses travaux sur les suies et la formation des polluants, un domaine clé de son expertise.

La trajectoire de l'équipe manque de clarté et semble s'inscrire dans une logique de continuité, sans proposer une vision stratégique suffisamment affirmée. Elle est toutefois alignée sur les nouveaux grands défis sociétaux et environnementaux.

L'investissement de l'équipe dans des domaines à fort enjeu scientifique tels que l'hydrogène et l'ammoniac en complément des recherches sur les suies issues de la combustion des carburants d'aviation durables (SAF) est notable.

L'expertise métrologique de l'équipe est un atout qu'il faut préserver, mais il est crucial de veiller à éviter toute dispersion dans les thématiques, au regard de sa capacité en ressources humaines, notamment en enseignants-chercheurs et chercheurs.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage l'équipe à poursuivre avec la même dynamique pour maintenir son excellent positionnement au niveau national et international.

Le comité recommande à l'équipe de consolider sa trajectoire dans les nouveaux contextes socio-économiques et environnementaux en poursuivant l'orientation de ses études vers celles des précurseurs et l'impact des carburants de nouvelle génération (SAF, biocarburants, carburants non carbonés).

L'un des défis majeurs de l'équipe est la gestion des ressources humaines. Le comité invite l'équipe à mettre en place une stratégie proactive de recrutement pour attirer de jeunes chercheurs.

Toutefois, pour éviter une dispersion excessive, il est essentiel de réduire le nombre de thématiques affichées et de privilégier une approche collaborative. Par exemple, une ligne directrice claire et une thématique « vertueuse » axée sur la combustion durable, essentielle pour répondre aux besoins sociétaux à long terme, améliorerait l'attractivité de l'équipe et son potentiel de recrutement.

Le comité invite l'équipe à mettre à profit son potentiel d'innovation et de développement expérimental pour accroître ses partenariats industriels et consolider ses financements contractuels, qui pourraient, entre autres, bénéficier au recrutement de doctorants.

Le comité recommande à l'équipe de saisir les possibilités offertes par les transformations à venir au sein de l'université de Lille, notamment avec l'institut ITES, pour défendre ses thématiques dans les futurs projets CPER et structurer ses collaborations à travers la fédération IREPSE.

Le comité invite l'équipe, en concertation avec l'unité et ses tutelles, à engager des actions de mise en conformité des installations expérimentales et à les maintenir afin de garantir la sécurité de leurs usagers.

**Équipe 2 :** Physico-chimie de l'atmosphère (PCA)

Nom des responsables : Mme Laure Pillier / M. Denis Petitprez

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe aborde trois thématiques principales en lien avec la qualité de l'air et le changement climatique par une approche expérimentale pour laquelle elle développe ses propres instruments et capteurs : étude de la chimie radicalaire et des processus associés, étude des propriétés optiques et hygroscopiques des aérosols, étude de la qualité de l'air intérieur et extérieur.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport d'évaluation précédent soulignait, pour toutes les équipes de PC2A, l'importance de renforcer les activités de recherche transversales et de mettre en place des projets européens. L'équipe E2 s'est donc impliquée dans la mise en place de plusieurs projets européens (COST Indairpollnet, IEA Energy in Buildings and Communities). Elle a également renforcé ses activités transversales E1/E2 en métrologie des aérosols, avec neuf articles communs aux deux équipes. Cependant, la collaboration E2/E3 reste timide et n'est envisagée dans la trajectoire future des deux équipes qu'avec un aspect expérience-modélisation.

Un autre risque mentionné dans le rapport précédent concernait la maintenance des équipements instrumentaux et la diversification des sources de financement, afin de ne pas dépendre trop exclusivement du soutien régional. À cet égard, outre le labex CaPPA et le Cross Disciplinary Programme de l'université de Lille « Aerosols at the heart of the atmosphere », l'équipe E2 est impliquée dans quatre projets financés par l'ANR (dont deux JCJC hors PC2A) et des contrats avec l'industrie sous forme d'un dispositif Cifre (avec la SNCF) et d'un contrat de prestation de service avec Auxitrol.

La maintenance des différents dispositifs expérimentaux et des techniques de mesure associées de l'équipe E2 est envisagée dans le cadre du projet CPER Ecrin.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche	2
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>8</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	5
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>6</b>
<b>Total personnels</b>	<b>14</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe PCA a une expertise expérimentale forte et reconnue mondialement pour la mesure des espèces radicalaires grâce à l'instrument FAGE (Fluorescence Assa by Gas Expansion) et à une cellule de photolyse laser à deux voies, unique à l'échelle mondiale. Elle bénéficie d'expertises dans les domaines des propriétés des aérosols, des capteurs de polluants et se positionne également sur la qualité de l'air intérieur, ce qui lui permet d'aborder les questions autour des enjeux de qualité de l'air et de changement climatique.

La production scientifique est excellente avec une moyenne de 3,6 publications/an/ETP dans des journaux internationaux reconnus (PCCP, J. of Aerosol Sci., Anal. Chem., Atmos. Chem. Phys.).

La capacité de l'équipe à poursuivre sur tous ces thèmes se pose avec des départs au cours du mandat et à venir (retraite) : la question du renouvellement et du recrutement est critique.

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est leader dans le domaine de la réactivité atmosphérique à travers la mesure des radicaux. Son expertise métrologique est reconnue mondialement sur les espèces à courte durée de vie grâce à une instrumentation innovante et de pointe qu'elle développe. La première identification par l'équipe des trioxydes comme interférents potentiels dans les instruments FAGE marque une avancée majeure dans la compréhension de la réactivité atmosphérique des radicaux OH (Hot paper dans Angew. Chem Int. Ed. 2019, Phys. Chem. Chem. Phys. 2018).

Outre le développement du dispositif FAGE, l'équipe bénéficie d'une expertise en développement d'équipements expérimentaux de pointe pour les mesures cinétiques : réacteur de photolyse laser couplé aux techniques cw-CRDS et LIF, réacteur à écoulement rapide et à décharges micro-ondes couplé aux techniques de cw-CRDS, LIF et spectrométrie de masse. Le parc instrumental pour l'étude des aérosols avec un spectromètre à gamme spectrale étendue et plusieurs compteurs granulométriques est aussi remarquable.

La création en 2019 et la direction d'un laboratoire associé international franco-japonais « The role of radicals in atmospheric chemistry », en collaboration avec l'Université de Kyoto, attestent le rayonnement de l'équipe PCA dans le domaine de la chimie radicalaire atmosphérique.

La participation au réseau COST (INDoor AIR POLLution) rend également compte de la visibilité de l'équipe dans le domaine de l'étude de la qualité de l'air intérieur et des processus chimiques.

L'équipe a une très bonne production scientifique, avec 100 articles dans des journaux internationaux reconnus (PCCP (8), J. of Aerosol Sci. (2), Anal. Chem. (4), Atmos. Chem. Phys. (4), Indoor air (3), etc.).

L'équipe est active dans la formation par la recherche avec dix thèses soutenues au cours de la période.

Certains membres de l'équipe sont fortement investis dans les initiatives et projets locaux (porteur du CPER Ecrin, porteur du labex CaPPA, co-animateur de l'institut IREPSE, co-animateur du Hub Planete de l'I-Site ULNE).

### Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe n'a pas eu de recrutement de chercheurs ou d'enseignants-chercheurs au cours de la période, malgré un départ en mutation. Le départ prochain d'une DR présente un risque potentiel de fragilisation de l'un des thèmes phares de l'équipe, la réactivité radicalaire atmosphérique.

Les thèmes développés, qui sont en nombre important par rapport à l'effectif de l'équipe, manquent de structuration et de clarification concernant les questions soulevées et les ressources mobilisées.

L'équipe ne développe que peu de collaborations transversales.

L'équipe ne porte pas de projets propres d'envergure spécifiques à ses thématiques issus de financements académiques (ANR, européens) ou de financements industriels.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe s'inscrit dans la continuité et s'articule de manière identique autour de trois thèmes : la réactivité radicalaire atmosphérique en phase gazeuse, la physico-chimie des aérosols et la qualité de l'air. Chaque thème est ensuite décliné en sous-thèmes sous la forme de huit projets et de cinq collaborations locales, nationales et internationales.

Le nombre de sous-thèmes développés semble déséquilibré par rapport au nombre de personnes impliquées. Le thème physico-chimie des aérosols qui s'intéresse aux aérosols issus des feux de biomasse est pertinent et d'actualité par rapport aux grands enjeux environnementaux et suggère des collaborations transversales entre les équipes E2 et E1/E3 en combustion et en modélisation.

La position de l'équipe concernant la qualité de l'air intérieur doit être clarifiée, en cohérence avec les expertises déjà en présence dans l'équipe en métrologie aérosol réactivité, micro-capteurs au travers du projet pluridisciplinaire et inter-laboratoires APOLLINE au sein de l'université de Lille (Air pollution and individual exposure impliquant des personnels de 6 unités de recherche PC2A, LOA, CRISTAL, IRCICA, RIDAGE, ICARE). Il en est de même pour son positionnement par rapport aux infrastructures de recherche nationales et européennes dans le domaine.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe de poursuivre sa dynamique dans les domaines où elle est identifiée comme experte, tels que la réactivité des radicaux atmosphériques, le développement d'équipements métrologiques et de systèmes multi-capteurs pour la mesure des polluants atmosphériques et l'étude de leur impact sur la santé.

Afin de maintenir un haut niveau scientifique et de renforcer son implication dans les projets nationaux et internationaux, le comité recommande à l'équipe, en lien avec l'unité, d'engager des démarches pour définir sa politique de recrutement afin d'anticiper le départ à la retraite d'un membre très actif.

Le comité encourage l'équipe à développer des travaux fédérateurs sous forme de projets communs avec les équipes E1 et E3 autour, notamment, de la thématique « Réactivité Radicalaire Atmosphérique » qui risque de disparaître.

Le comité invite l'équipe à réfléchir à l'avenir du laboratoire associé international, avec l'université de Kyoto, du fait des départs prochains des deux responsables.

Pour une meilleure visibilité, l'équipe est encouragée à développer des projets sur ses propres thématiques au niveau local, national et international. Par exemple, le comité invite l'unité à se rapprocher des infrastructures de recherche européennes, par exemple ACTRIS, pour des questions de métrologie ou de mesures atmosphériques in situ et par télédétection.

Le comité encourage l'équipe à continuer à renforcer ses partenariats avec le monde industriel par la mise en place de thèses coopératives et de contrats de collaboration.

**Équipe 3 :** Simulations Moléculaires des Processus Environnementaux (SMPE)

Nom des responsables : M. Florent Louis / Mme Sonia Taamalli

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les membres de l'équipe abordent les thématiques scientifiques liées à la physicochimie des produits de fission, des processus de dégradation de composés organiques volatils (COV) et de contaminants organiques émis dans l'atmosphère et leur transfert dans l'environnement (air, eau, sol). L'objectif général est la détermination des propriétés thermochimiques et des paramètres cinétiques pour différentes espèces chimiques impliquées dans les réactions clés en lien avec les processus environnementaux. Pour atteindre cet objectif, les méthodes de la chimie théorique, de la thermodynamique et de la théorie cinétique sont utilisées.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La recommandation du précédent rapport de trouver rapidement une nouvelle forme de collaboration pluriannuelle avec l'IRSN n'a pas pu aboutir. Le laboratoire commun C3R s'est arrêté fin 2019. L'équipe E3, qui a alors changé son intitulé, s'est tournée vers d'autres thématiques de recherches en lien avec la physicochimie de l'atmosphère et de la combustion. Cette conversion renforce la cohérence des recherches de l'unité, en justifiant pleinement la nouvelle démarche.

La recommandation de la diversification de ressources financières n'a été suivie que partiellement. L'équipe n'a bénéficié que de très peu de ressources extérieures venant de projets nationaux ou internationaux.

Le nombre de publications des doctorants (articles à comité de lecture) reste faible, mais le nombre de communications lors de conférences internationales et nationales en forme de présentations orales et posters est en augmentation.

## 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	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>4</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	2
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>3</b>
<b>Total personnels</b>	<b>7</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Depuis 2019, après la fin du partenariat avec l'IRSN, les travaux de l'équipe se sont particulièrement recentrés sur l'étude de la physicochimie des produits de fission, de la chimie de la combustion des hydrocarbures aromatiques, de composés organiques volatils et de contaminants organiques, ainsi que sur leur transfert dans les différents domaines de l'environnement. L'équipe développe à la fois des méthodes classiques et sophistiquées pour déterminer des propriétés thermochimiques et des paramètres cinétiques pour des espèces et des réactions chimiques impliquées dans les processus environnementaux, ce qui constitue son originalité et sa spécificité. La production scientifique est très bonne avec une moyenne de 2,6 publications/an/ETP dans des journaux internationaux reconnus comme Chem. Eng. J., Environ. Sci. Pollut. Res., Comput. Theor. Chem.

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a été impliquée dans le laboratoire commun C3R « Cinétique chimique. Combustion. Réactivité » avec l'ISRN jusque fin 2019. Après la fin de ce laboratoire, l'équipe a pris des risques et a su développer les nouvelles thématiques de recherches en lien avec la chimie de la combustion des hydrocarbures, de composés organiques volatils et de contaminants organiques en visant en particulier les problèmes liés aux pollutions d'environnement. Ce changement de trajectoire a permis à l'équipe de développer de nombreuses collaborations nationales (ISMO Saclay, Météo-France) et internationales avec des universités au Canada (Université de Colombie-Britannique, Toronto Metropolitan University, Concordia University), au Vietnam (Duy Tan University), en Thaïlande (Université de Mahidal), Slovaquie (Comenius University - Bratislava), aux USA (Wooster College) et au Mexique (Cinvestav Mérida).

Certaines de ces actions ont bénéficié du soutien de l'Ambassade de France au Canada, de l'université de Lille, du labex CaPPA (cofinancement d'une thèse) et du programme d'actions internationales émergentes du CNRS (projet CHIMATMOSEL).

La visibilité au niveau international de l'équipe a été marquée par l'obtention par un membre de l'équipe de la médaille d'or de l'Université Comenius de Bratislava en Slovaquie.

La production scientifique de l'équipe est de 37 publications dans des journaux à comité de lecture (Chem. Eng. J. (4), Chemosphere (1), J. Environ. Chem. Eng. (1), Environ. Sci. Pollut. Res. (3), Comput. Theor. Chem. (4), etc.), en nette augmentation par rapport à la période précédente.

37 communications et plus de cent posters dans des manifestations scientifiques nationales et internationales témoignent de la volonté de dissémination des travaux de l'équipe.

L'implication dans l'organisation de conférences poster sur les réseaux sociaux (Twitter, LinkedIn) sous l'égide de sociétés savantes comme la Royal Society of Chemistry témoigne de la visibilité scientifique des recherches de l'équipe.

L'équipe a bénéficié de projets financés par l'ANR (1), le labex CaPPA et le CPER Ecrin.

Une part importante de ces travaux (54 %) a été faite en collaboration avec les autres équipes du laboratoire, notamment l'équipe E1, traduisant aussi la bi-appartenance d'un membre aux deux équipes.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le nombre de thématiques développées au cours de la période, cinq pour cinq membres de l'équipe, pourrait être réduit en favorisant des thématiques en collaboration avec les autres équipes de l'unité.

Malgré une forte implication des membres de l'équipe dans des collaborations internationales, la participation aux projets internationaux, européens ou nationaux reste limitée tout comme l'implication dans l'organisation de conférences, de congrès et dans la structuration de la recherche.

Le nombre de doctorants (6 pour l'ensemble de la période, dont 2 actuellement) demeure faible au regard du nombre de titulaires d'une HDR (4). Tous les membres de l'équipe ne participent pas aux encadrements.

L'équipe n'a pas bénéficié de recrutement de chercheurs ou d'enseignants-chercheurs depuis 2000 ; un ingénieur de recherche a cependant été recruté en 2018.

L'équipe est reconnue pour son savoir-faire et doit veiller à la valorisation de ses contributions notamment en matière de protection des connaissances et de propriété intellectuelle.

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le recentrage récent des thématiques sur l'étude des molécules d'intérêt en chimie atmosphérique et en combustion est pertinent et contribue à une meilleure cohérence des recherches de l'unité. Les interactions inter-équipes sont donc à poursuivre et intensifier. Elles peuvent également bénéficier des nouvelles collaborations nationales et internationales récentes, qui pourront être valorisées au travers de réponses à appels à projets.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe de renforcer ses collaborations avec les autres équipes de l'unité, notamment avec l'équipe E2 « Physico-chimie atmosphérique ».

Le comité recommande à l'équipe de trouver un équilibre entre la rédaction de publications et la diffusion de ses résultats sous forme de posters en ligne.

Le comité encourage l'équipe à valoriser plus amplement ses contacts internationaux pour soumettre de nouveaux projets à l'échelle internationale. Il l'invite à saisir ces interactions pour accroître sa visibilité et augmenter son vivier de doctorants et post-doctorants potentiels.

Le comité invite l'équipe à se rapprocher du secteur industriel afin d'obtenir de nouveaux contrats ou mettre en place des dispositifs Cifre.

# DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

## DATES

**Début :** 14 novembre 2024 à 8h45

**Fin :** 15 novembre 2024 à 16h

**Entretiens réalisés en distanciel**

## PROGRAMME DES ENTRETIENS

### Jeudi 14 novembre 2024

08:45 - 09:25	Réunion du comité (huis clos)
09:20 - 09:30	Mise en place visioconférence lien public par l'unité
09:30 - 09:45	Présentation du comité
09:45 - 10:20	<b>Présentation du bilan et de la trajectoire de l'unité</b> par le directeur d'unité (B. Hanoune)
10:20 - 10:50	Discussion
10:50 - 11:10	Pause
11:10 - 12:00	<b>Présentation de l'équipe 1 – Physico-chimie de la combustion (PCC)</b> Présentation 25 min – Discussion 25 min Ouvert à l'ensemble de PC2A
12:00 - 14:00	Réunion du comité et Pause Repas (huis clos) (et/ou entretiens personnalisés sur demande de RDV à la conseillère scientifique Hcéres)
14:00 - 14:50	<b>Présentation de l'équipe 2 – Physico-chimie de l'atmosphère (PCA)</b> Présentation 25 min – Discussion 25 min
14:55 - 15:45	<b>Présentation de l'équipe 3 – Simulations Moléculaires des Processus Environnementaux (SMPE)</b> Présentation 25 min – Discussion 25 min
15:45 - 16:30	Réunion du comité (huis clos)
16:30 - 17:00	<b>Entretien du comité avec les doctorants, post-doctorants, contractuels</b> sans DU, sans responsable
17:00 - 18:30	Réunion du comité (huis clos)

### Vendredi 15 novembre 2024

08:40 - 09:00	Réunion du comité (huis clos)
09:00 - 09:30	<b>Entretien du comité avec les personnels d'appui à la recherche (tout statut)</b> sans DU, sans responsables
09:35 - 10:05	<b>Entretien du comité avec les personnels chercheurs et enseignants-chercheurs (tout statut)</b> sans DU, sans responsables
10:10 - 10:30	<b>Entretien du comité avec les responsables d'équipe</b> sans DU
10:30 - 10:50	Pause
10:50 - 11:30	Réunion du comité (huis clos)
11:30 - 12:00	Entretien du comité avec les représentants des tutelles
12:00 - 12:30	Réunion du comité (huis clos)
12:30 - 12:50	Entretien du comité avec le DU
12:50 - 16:00	Pause repas et réunion du comité (huis clos)

# OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

—  
**Direction générale déléguée  
Recherche et valorisation**

Les vice-présidents recherche de l'Université de Lille  
à  
HCERES - Département d'Evaluation de la Recherche

Lille, 15/07/2025

Objet : Courrier d'observation de portée générale Université Lille DER-PUR260024870 - PC2A -  
Physicochimie des processus de combustion et de l'atmosphère

—  
Direction générale déléguée  
Recherche et valorisation  
Direction d'Appui à la Recherche

Chère, Cher collègue

L'université de Lille tient tout d'abord à remercier le comité de visite HCERES pour l'attention qu'il a portée au travail mené par l'unité PC2A et pour la qualité de l'évaluation qu'il a produite.

Affaire suivie par :

Les échanges avec le Comité ont été l'occasion, pour les membres de l'Unité de Recherche et pour l'Université, d'approfondir certaines questions et de répondre aux interrogations des experts, dans un esprit constructif dont il faut se féliciter.

Directeur  
jean-francois.delcroix@univ-lille.fr  
dar-structurespartenariats@univ-  
lille.fr  
T. +33 (0)3 62 26 91 35

Les recommandations émises dans le rapport d'évaluation seront précieuses pour l'unité pour le déploiement de son projet lors du prochain contrat.

—  
Nous vous prions de croire, chère collègue, cher collègue, à l'expression de notre considération distinguée.

Pour le Président et par délégation,  
Les Vice-Présidents Recherche de l'Université de Lille



Olivier Colot



Sandrine Chassagnard

Les rapports d'évaluation du Hcéres  
sont consultables en ligne : [www.hceres.fr](http://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

