

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ :
LHCEP – Hydrazines et Composés
Énergétiques Polyazotés
SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET
ORGANISMES :

Université Claude Bernard Lyon-I,
Centre national de la recherche
scientifique,
Centre national d'études spatiales,
ArianeGroup

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2025-2026
VAGUE A

Rapport publié le 18/05/2026



Au nom du comité d'experts :

Julien Legros, président du comité

Pour le Hcéres :

Coralie Chevallier, présidente du Hcéres

En application des articles R. 114-15 et R. 114-10 8° du code de la recherche, les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts sont signés par les présidents de ces comités et contresignés par la présidente du Hcéres.

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

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

Cette version du rapport est publique dans les conditions de l'article R. 114-23 du code de la recherche. Des parties considérées comme confidentielles ainsi que les réponses aux points d'attention des tutelles ne figurent pas dans cette version du rapport.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président :	M. Julien Legros, DR, Centre national de la recherche scientifique, Mont-Saint-Aignan
	M. Guillaume Dagousset, CR, Centre national de la recherche scientifique, Orsay
Experts :	Mme Isabelle Gillaizeau, PR, Université d'Orléans, Orléans
	Mme Aurélie Macé, IE, Université de Rennes, Rennes

CONSEILLÈRE SCIENTIFIQUE DU HCÉRES

Mme Corinne Gosmini

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

M. Arnaud Brioude, Université Lyon 1
Mme Marina Roques Raimondi, Université Lyon 1
M. Frédéric Leroux, CNRS
Mme Florence Morineau, CNRS
M. Laurent Chevalier, ArianeGroup
M. Jean-François Guery, ArianeGroup
Mme Emilie Labarthe, Cnes

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Hydrazines et composés énergétiques polyazotés
- Acronyme : LHCEP
- Label et numéro : UMR 5278
- Composition de l'équipe de direction : Emmanuel Lacôte (jusqu'au 31/12/2024), Anis Tlili (depuis le 01/01/2025)

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies
ST4 Chimie

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le cœur des activités du LHCEP porte sur la synthèse de nouveaux ergols polyazotés, idéalement décarbonés, appelés HEDM (High Energy Density Materials): les performances de ces composés promettent une révolution dans les lanceurs spatiaux, ainsi qu'une réduction des coûts, cruciale pour la compétitivité du programme spatial européen face à l'émergence rapide de nouveaux acteurs étrangers.

En plus de cette thématique des ergols, le LHCEP a développé des recherches connexes innovantes visant à la montée en compétences des personnels, avec des bénéfices potentiellement importants pour la recherche de cœur.

Les travaux de recherche en chimie du fluor, menés notamment dans le cadre du projet ERC Consolidator ('Give-me-five', 2024-2029), renforcent et élargissent les compétences en chimie radicalaire et en photochimie, indispensables à l'accès aux HEDMs, développées lors de la direction précédente.

L'activité sur les polymères borés (les boranes ont été identifiés comme des stabilisants potentiels des HEDMs) sera graduellement arrêtée suite au départ du précédent directeur. En revanche, la compétence en chimie radicalaire sera maintenue avec le savoir-faire précédemment acquis et l'activité du nouveau directeur.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Historiquement, un Laboratoire Commun de Recherche avait été créé en 2001 par le Groupe SNPE et sa filiale ISOICHEM. Ce dernier a ensuite été labellisé en UMR au 1er janvier 2003 sous la triple tutelle CNRS/UCBL/Groupe SNPE. En 2011, le CNES s'est joint à ces tutelles, conduisant au laboratoire des Hydrazines et Composés Énergétiques Polyazotés (LHCEP) qui est une Unité Mixte de Recherche (UMR) issue d'un partenariat public-privé. Actuellement, l'unité relève de quatre tutelles : l'Université Claude Bernard Lyon 1 (UCBL), le CNRS, le CNES, et l'entreprise ArianeGroup en lien avec les enjeux stratégiques de la propulsion spatiale.

Le laboratoire, est localisé sur le campus Lyon-Tech de l'Université Claude Bernard Lyon 1, sur deux étages : le 5ème étage du bâtiment Raulin, puis dans une partie du 4e étage, l'UCBL ayant attribué des locaux supplémentaires au cours du dernier contrat.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'unité est impliquée dans diverses structures de recherche et de formation lyonnaises en chimie.

Ainsi, elle est historiquement membre de l'Institut de Chimie de Lyon (ICL), une fédération de recherche (FR CNRS 3023) qui regroupe quatorze laboratoires de la même communauté académique des chimistes lyonnais. L'unité a rejoint le labex iMust lors du précédent contrat, ce qui lui a permis d'obtenir un financement dédié à un projet en optoprotechnie en collaboration avec le laboratoire de chimie de l'ENS. Par ailleurs, plusieurs projets financés par l'ANR ont été menés avec d'autres laboratoires lyonnais (CP2M, le laboratoire de chimie de l'ENS-Lyon, l'IRCELYON et l'ICBMS). Ces collaborations étroites ont permis l'arrivée du nouveau directeur d'unité. La valorisation des résultats Propulsion/HEDMs est gérée par ArianeGroup en application de la convention de l'unité. L'unité est la clef de voute académique du vecteur d'innovation prioritaire du CNES sur les HEDMs. À ce titre, l'unité coordonne des activités collaboratives en lien avec la synthèse d'HEDMs. C'est le cas par exemple avec l'IRCELYON (formation de polyazanes en zéolithes), l'ISA et le LPCNO (INSA Toulouse) pour des modélisations de réactivité.

Les premiers résultats du projet ERC 'Give-me-five' (activité connexe) ont aussi conduit à un dépôt de brevet en collaboration avec la SATT de Lyon, Pulsalys (EP24 306 562.0.).

Au niveau de la formation, le LHCEP est membre fondateur de la Graduate School (Lyon Polymer Materials Science) et ses doctorants relèvent de l'Ecole doctorale de chimie de Lyon. Pour la co-organisation de manifestations scientifiques en chimie organique, notamment les séminaires hebdomadaires et des journées telles que les journées Victor Grignard, le LHCEP est associé à l'ICBMS.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maitres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	6
Sous-total personnels permanents en activité	11
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels non permanents d'appui à la recherche	0
Post-doctorants	2
Doctorants	9
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	22

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

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
ARIANEGROUP	0	1	0
CNRS	0	1	5
UCBL	3	0	1
Total personnels	3	2	6

AVIS GLOBAL

Le LHCEP (Laboratoire des Hydrazines et Composés Énergétiques Polyazotés), Unité Mixte de Recherche (UMR) sous la tutelle de l'Université Claude Bernard Lyon 1 (UCBL), du CNRS, du CNES et d'ArianeGroup, est spécialisé dans la synthèse d'ergols polyazotés (HEDM), des matériaux à haute densité énergétique et décarbonés. Ces composés sont essentiels pour la propulsion spatiale, visant à réduire les coûts et à améliorer la compétitivité européenne face à la concurrence internationale. Le laboratoire est reconnu nationalement pour son expertise en chimie des interactions N-N, notamment sur les hydrazines et leurs dérivés.

Localisé sur le campus Lyon-Tech de l'UCBL, l'unité participe à des projets structurants comme le labex iMust et plusieurs ANR. Le budget annuel moyen est de 680 k€, avec 30 % de dotations récurrentes. Les financements propres proviennent de l'ANR (6 projets, dont 5 comme porteur), de l'ERC (1 projet Consolidator, "Give-me-Five"), et de partenariats industriels avec ArianeGroup et le CNES.

Les thématiques de recherche se divisent en deux axes : 1) le cœur de métier, centré sur la synthèse de HEDM décarbonés pour la propulsion spatiale, en collaboration avec ArianeGroup et le CNES ; 2) les activités connexes, incluant la chimie du fluor (projet ERC "Give-me-Five", 2024-2029) pour renforcer les compétences en chimie radicalaire et photochimie, ainsi que des recherches sur les polymères azotés et les procédés durables (chimie en flux continu, réduction des polluants comme les PFAS). Les points forts du LHCEP incluent son expertise unique en France sur les composés énergétiques polyazotés, une production scientifique de qualité (25 publications, dont Angew. Chem (4). Int. Ed. et Chem. Sci. (1)), une valorisation efficace (2 brevets déposés, dont 1 avec ArianeGroup et 1 avec la SATT Pulsalys), et des collaborations stratégiques avec des laboratoires lyonnais et nationaux (IRCELYON, ICBMS, INSA Toulouse). Le laboratoire est attractif (9 doctorants et 2 post-doctorants) avec une politique active de formation et d'intégration des jeunes chercheurs. Il s'engage

également dans la vulgarisation scientifique ('Etonnante Chimie' à CNRS Éditions) et des interventions dans les lycées, tout en participant à des débats sociétaux, notamment sur les polluants éternels (PFAS). Cependant, le LHCEP fait face à plusieurs défis comme le fort taux d'encadrement, (6,5 par ETP), des locaux insuffisants pour accueillir les étudiants dans des conditions optimales, et une dépendance aux tutelles industrielles, restreignant les collaborations avec d'autres acteurs privés et la participation aux Programmes d'Investissements d'Avenir (PIA). L'unité maintient un rayonnement international grâce à ses collaborations et à la valorisation de ses résultats, malgré les contraintes industrielles. En conclusion, le LHCEP est un acteur stratégique pour la propulsion spatiale européenne, combinant expertise scientifique unique, collaborations structurantes et innovation durable. Ses principaux défis résident dans la pérennisation de ses effectifs, l'optimisation de ses locaux et la gestion des contraintes industrielles, tout en maintenant une production scientifique de haut niveau.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Trois points d'amélioration étaient remontés lors du rapport de l'évaluation précédente.

Ainsi, le précédent comité soulignait l'effort effectué pour augmenter le nombre de publications et le besoin de maintenir ce niveau. Le niveau de publications au cours de la période est en baisse par rapport à la période précédente (25 publications vs 47), avec des soumissions en souffrance mais il faut souligner l'excellente qualité des journaux des publications ainsi que le caractère unique de ce laboratoire dont la divulgation des résultats n'est pas l'objectif premier.

Le comité recommandait d'encourager le dynamisme de ses doctorants et post-doctorants en pérennisant notamment la tenue de séminaires internes et la participation à des séminaires de chercheurs extérieurs organisés en collaboration avec d'autres unités du site. Une relation étroite avec l'ICBMS a été mise en place pour mutualiser les séminaires et, au niveau interne, un 'group meeting' hebdomadaire est organisé.

Il fallait aussi que la direction soit vigilante quant aux évolutions de carrière de ses agents. Le Directeur d'Unité a accompagné les personnels dans leurs démarches d'accès à des promotions. Le comité recommandait également de maintenir le conseil de laboratoire impliquant l'ensemble des personnels. La faible taille de l'unité n'impose pas la création d'un conseil d'unité auquel se substitue une assemblée générale. Cette assemblée se tient régulièrement une fois par an. Le nouveau directeur a également mis en place des réunions avec tous les permanents tous les trois mois.

Une autre des recommandations était de veiller à la mise à jour du site web de l'unité.

Le site web n'est pas encore pleinement opérationnel mais son architecture est construite et il semble être en bonne voie (<https://www.lhcep.cnrs.fr/>).

Un des points de recommandation concernait la capacité du laboratoire à attirer de jeunes chercheurs, notamment pour compenser les départs en retraite. Ainsi, un candidat sera présenté au concours de Chargé de Recherche du CNRS.

Il avait été recommandé de veiller à ce que chaque étudiant bénéficie d'un encadrement et d'un espace de travail adéquat. Pour l'encadrement et l'espace de travail des étudiants, le taux d'HDR est difficile à augmenter, car 50% des personnels sont des personnels d'appui à la recherche. Un espace de travail supplémentaire a pu être obtenu, en collaboration avec l'ICBMS.

Les prospections pour la mise en place d'une future direction ont été fructueuses : le nouveau directeur d'Unité est déjà en place et la transmission de direction s'est effectuée en parfaite entente.

Concernant les projets dits connexes, le précédent rapport soulignait le bon équilibre à trouver entre apport de compétences et risque de dispersion. Les projets connexes permettent néanmoins aux membres du laboratoire de monter en compétences, ce qui pourrait s'avérer très utile pour la réalisation des activités cœur du laboratoire.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

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

Le LHCEP présente une expertise nationale unique dans le domaine des molécules énergétiques polyazotées (HEDM), dans un contexte international très concurrentiel. Le recentrage stratégique engagé par la nouvelle direction, tout en préservant le cœur de métier, apparaît cohérent et porteur. L'unité bénéficie d'un excellent niveau de financement, d'une forte reconnaissance scientifique nationale et internationale (ANR, ERC) et d'une politique de valorisation structurée en lien étroit avec ses partenaires industriels. Son environnement collaboratif régional, ses moyens techniques de bon niveau et son encadrement technique proportionnellement important constituent des atouts majeurs. L'ensemble témoigne d'une unité performante, bien structurée et dotée de conditions matérielles et sécuritaires adaptées à ses ambitions.

L'arrivée du nouveau directeur d'unité a permis d'apporter de nouvelles compétences, liées à la fois à l'activité de cœur et aux activités connexes. Cette arrivée s'est également accompagnée de ressources importantes avec un projet ERC Consolidator.

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

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

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

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

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

Le LHCEP possède une expertise unique au niveau national dans le domaine des molécules énergétiques polyazotées (ergols), à l'interface entre la chimie organique et la chimie minérale du bloc principal. Notamment, dans un contexte très concurrentiel au niveau international, les objectifs de l'unité sont de synthétiser des ergols stockables HEDM, les plus décarbonés possibles. Suite au changement de direction, l'axe de recherche complémentaire portant sur les polymères capables de stocker de l'énergie sera progressivement remplacé vers le développement de compétences en réactivité radicalaire et en photochimie, ainsi qu'en chimie organométallique.

Tout en gardant son cœur de métier en synthèse de molécules polyazotées, le laboratoire a su mettre en place de nombreuses collaborations avec différents laboratoires de la région lyonnaise (CP2M pour les polymères et la chimie en flux, ICBMS pour l'électrochimie et la formation de liaisons N-N par chimie organométallique, LC ENS pour la modélisation des dynamiques moléculaires, IRCELYON pour de la catalyse hétérogène dans des matériaux poreux).

La politique de valorisation de l'unité est bien définie et dépend du domaine dans lequel sont obtenus les résultats. Les demandes d'invention relatives à la thématique de cœur (HEDM) sont gérées par ArianeGroup, tandis que celles relatives aux activités connexes sont assurées par la SATT Pulsalys. Toute publication est soumise à l'approbation préalable des tutelles industrielles pour les aspects relevant du secret industriel.

Avec des niveaux variables, différentes sources de financements (locales, nationales et européennes) ont été utilisées par l'unité. Cela a conduit à un budget global d'excellent niveau (en moyenne durant la période 680 k€/an). Les dotations récurrentes de l'unité (hors salaire) correspondent en moyenne à 30% de ses ressources. Les recherches de l'unité ont été largement soutenues par l'ANR (6 projets financés dont 5 en tant que coordinateur) et l'ERC (coordination d'1 projet Consolidator). Des discussions pluriannuelles sont effectuées avec les tutelles pour définir les thématiques prioritaires et trouver le bon équilibre de financements entre la thématique de cœur (matériaux polyazotés HEDM) et les autres thématiques connexes.

Du fait de sa petite taille, l'unité n'est pas subdivisée en équipes. Au niveau des ressources humaines, l'unité a bénéficié du soutien de ses tutelles avec l'arrivée d'un personnel supplémentaire au sein du service de gestion. Cela a permis une stabilisation globale des effectifs permanents de l'unité. Les différentes sources de

financements ont également permis l'accueil de nombreux personnels non-permanents (6 post-docs, 10 thèses soutenues, 9 thèses en cours).

Pour l'accueil des personnels, les nouveaux entrants reçoivent une formation aux risques chimiques. Certains ont également une formation spécifique dispensée par la société SME Environnement, filiale d'ArianeGroup, pour les risques pyrotechniques. Chaque personnel est incité à partir au moins une fois en congrès, et participe aux séminaires hebdomadaires de l'unité en présentant ses résultats. Pour enrichir ces échanges, le LHCEP s'est associé à l'ICBMS pour ses séminaires et également pour co-organiser des manifestations scientifiques en chimie organique.

Les recrutements s'effectuent au niveau du master en chimie organique, tandis que les financements des thèses et des postdoctorats proviennent de sources diversifiées (CNES, ANR, UCBL, ArianeGroup, AID, ERC).

En ce qui concerne le suivi des personnels soutiens et support, plusieurs promotions (2) ont été obtenues au cours du contrat (TCE vers AI et IECN vers IEHC). Les PAR sont impliqués dans les publications (dans plus de 50% de la production globale de l'unité). Le nouveau directeur a impulsé une nouvelle dynamique, accompagnée d'une réorganisation des activités des personnels soutiens.

Des locaux supplémentaires (un tiers d'étage, soit 6 sorbonnes) ont été attribués à l'unité au cours de la période. D'autres demandes sont en cours, afin de permettre un accueil optimal des étudiants dont le nombre a augmenté ces deux dernières années suite à l'arrivée de la nouvelle direction avec un contrat ERC.

Au niveau des équipements, l'unité bénéficie de très bonnes conditions, avec l'accès aux différentes plateformes de l'université pour les analyses de RMN, DRX, MALDI-TOF, ainsi que pour les calculs, et la caractérisation DSC des polymères. Au cours du contrat, l'unité a pu également s'équiper d'une RMN de paillasse permettant des analyses en flux, ainsi que de deux boîtes à gants et d'un ensemble GC/MS, GC et GC gaz grâce au financement ERC obtenu.

Le nombre de personnels soutiens et support est élevé au regard de la taille de l'unité, représentant environ 55% (6 pour 5 EC/C au 31/12/2024) de l'effectif des permanents. Cette proportion garantit la disponibilité de compétences techniques en adéquation avec les objectifs scientifiques de l'unité.

L'effectif de l'unité est équilibré au plan des genres. Les entretiens et visites sont effectués par plusieurs personnes de l'unité, pour éviter tout risque de discrimination. Aucun cas de VSS n'est à signaler.

Pour prévenir des risques en matière de protection des données et de son patrimoine scientifique, l'unité bénéficie d'une protection spécifique de l'UCBL, jugée satisfaisante par le responsable de la sûreté d'ArianeGroup.

En ce qui concerne les objectifs de développement durable, l'unité s'appuie sur le service de l'université pour les déchets, et tient compte du bilan carbone dans sa politique en matière de missions et déplacements de ses personnels.

Pour assurer la sécurité des personnels, l'unité organise des entraînements et des rappels de sécurité pour l'activité pyrotechnique.

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

Le comité met en évidence plusieurs fragilités. Le nombre d'enseignants-chercheurs a diminué malgré un effectif global stable, dans un contexte d'augmentation du nombre d'étudiants, ce qui pourrait affecter la qualité de l'encadrement.

Certains enseignants-chercheurs sont également fortement mobilisés sur des responsabilités administratives lourdes (direction de département puis adjointe de composante, responsable de formation en apprentissage), susceptible de peser sur l'activité scientifique.

Le recrutement d'un(e) chargé(e) de recherche apparaît encore non abouti, ce qui peut limiter le développement des thématiques de recherche.

Des points d'attention concernent aussi l'accompagnement des personnels de soutien dans le cadre d'une réorganisation, le manque de locaux adaptés (notamment l'accès individuel aux hottes pour les étudiants) et le renforcement encore en cours des actions en matière de développement durable.

Enfin, la rédaction du règlement intérieur de l'unité n'est pas encore finalisée.

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

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

La production scientifique du LHCEP satisfait pleinement aux critères de qualité, avec un niveau de publication cohérent au regard du nombre d'équivalents temps plein (6,5 par ETP) recherche. Le rayonnement international de l'unité se renforce sous la nouvelle direction. Des activités scientifiques connexes permettent une valorisation effective des travaux, avec des publications dans des revues à large audience telles que Angew. Chem. Int. Ed. et Chemical Science et l'unité s'insère activement dans l'écosystème universitaire au travers de collaborations stratégiques et des appels à projets.

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

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

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

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

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

Le LHCEP constitue aujourd'hui le seul laboratoire académique en France à développer un programme continu en chimie des dérivés énergétiques azotés. Il coordonne à ce titre plusieurs collaborations scientifiques sur des aspects clés de la synthèse, notamment avec l'IRCELYON (formation de polyazanes en zéolithes), l'ISA, et une équipe à l'INSA de Toulouse pour la modélisation de la réactivité. Sur le plan scientifique, la concurrence se situe principalement en amont, notamment dans les domaines de la chimie du diazote, de ses formes allotropiques (par exemple N_5^-), ou encore dans les méthodes de synthèse des liaisons N-N.

Sur la période, pour un total de 25 articles (vs 47 dans le bilan précédent) dans des revues à comité de lecture pour 6,53 ETP chercheur, le taux de publication est légèrement inférieur à 1 publication par an et par ETP. Les travaux de l'unité sont publiés dans des journaux, soit généralistes, soit spécialisés dans le domaine des composés polyazotés. On peut citer en exemple des journaux tels que *Angew. Chem. Int. Ed.* (4), et *Chemical Science* (1). Huit publications sont dans la thématique de cœur. Bien que faible en quantité, l'ensemble de ces travaux se traduit par des réalisations scientifiques répondant pleinement aux critères de qualité attendus. Les travaux du LHCEP ont également donné lieu à des communications (4) dans des congrès d'audience internationale de spécialités (matériaux énergétiques, propulsions) mais également étendu à des congrès en lien avec le bore ou le fluor, ainsi qu'à des posters (5 dont 3 à l'international) ; ces communications sont réalisées principalement par des étudiants.

En parallèle, le LHCEP a bénéficié de financements structurants tels que le labex iMust (optoprotechnie avec le laboratoire de chimie de l'ENS) et plusieurs projets ANR (7 dont 5 comme porteur), qui ont renforcé les collaborations établies avec différents laboratoires du site (CP2M, laboratoire de chimie de l'ENS Lyon, IRCELYON, ICBMS).

Par ailleurs, un membre de l'unité a obtenu une bourse Émergence du CNRS en 2024, une ERC Consolidator (en chimie du fluor), ainsi que la médaille de bronze du CNRS en 2025. Bien que ces distinctions récompensent principalement des travaux menés au sein de son précédent laboratoire (ICBMS), elles illustrent l'attractivité du LHCEP. Il est à noter que le LHCEP n'accueille qu'un seul chercheur permanent cadre A (deux durant la période de transition), ce qui renforce d'autant plus la portée des résultats obtenus.

L'accueil de nombreux étudiants (10 thèses soutenues et 9 en cours encadrés par 3 HDR de l'unité) ainsi que de post-doctorants (2) est une preuve supplémentaire du rayonnement de l'unité.

Des membres de l'unité jouent un rôle structurant dans leurs communautés scientifiques respectives, en participant à l'organisation de congrès internationaux (Congrès européen de chimie radicalaire, IMEBORON 17) et à des comités scientifiques (membre du bureau de la DCO). Le LHCEP contribue fortement à l'animation scientifique locale en co-organisant des séminaires réguliers et en assumant une part significative des invitations. Il a également initié les Journées Grignard à Lyon, renforçant la visibilité du site par la mise en avant de jeunes chercheurs aux côtés d'invités prestigieux.

L'unité assure une production scientifique conforme aux standards de qualité, grâce à une relecture systématique des thèses et publications par plusieurs chercheurs. Les données de recherche sont archivées de manière sécurisée, conformément aux plans de gestion des données. Les doctorants reçoivent une formation à l'intégrité scientifique, régulièrement renforcée en séminaires, et les analyses sont rigoureusement vérifiées avant toute publication. L'unité pratique la science ouverte en déposant systématiquement les publications sur HAL, tout en évitant les dépenses liées aux publications payantes. Enfin, la qualité des productions est garantie par une politique stricte de contribution significative pour la signature des articles.

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

Le laboratoire est confronté à un enjeu majeur lié au devenir du programme spatial européen, domaine stratégique dans lequel il doit maintenir une excellence scientifique malgré un contexte contraint.

DOMAINE 3 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

Le LHCEP bénéficie d'un ancrage industriel fort qui favorise son intégration dans le tissu socio-économique, comme en témoignent les nombreux cofinancements doctoraux et dispositifs CIFRE. La valorisation est clairement structurée : ArianeGroup assure l'exploitation des résultats liés à la propulsion et aux HEDM, tandis que la SATT Pulsalys accompagne les thématiques connexes, avec déjà un brevet issu du projet ERC.

L'unité affiche un positionnement cohérent en chimie soutenable, renforcé par l'ERC sur les alternatives aux PFAS, et s'implique dans la diffusion scientifique. Les principales limites tiennent aux contraintes liées à la tutelle industrielle, qui restreignent la communication et peuvent complexifier certaines interactions avec d'autres partenaires privés.

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

2/ L'unité développe des produits et des services à destination du monde culturel, économique et social.

3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

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

Le LHCEP a une tutelle industrielle, ce qui en fait une unité de recherche naturellement très impliquée dans le milieu socio-économique. Ceci se traduit par l'accueil de plusieurs contrats doctoraux industriels comme des cofinancements (7) et des dispositifs Cifre (2).

Le caractère propre du LHCEP avec ses tutelles spécifiques rend l'exploitation des résultats éventuels en propulsion limitée, puisqu'ils sont l'apanage d'ArianeGroup et du CNES. La valorisation des résultats liés à la propulsion et aux HEDMs est assurée par ArianeGroup conformément à la convention de l'unité (1 brevet en 2020 : WO2023031552). Plus généralement sur les domaines qui ne sont pas d'intérêt pour ArianeGroup, les services de la SATT PULSALYS sont utilisés. Les premières avancées du projet ERC ont ainsi donné lieu à un dépôt de brevet, en partenariat avec la SATT Pulsalys (EU24306562) portant sur de nouveaux réactifs stables de pentafluorosulfanylation).

L'accent principal est mis sur la production chimique soutenable, par exemple avec l'utilisation de procédés à flux continu (risque et empreinte au sol réduits). L'obtention de l'ERC sur le remplacement des polluants éternels PFAS ne peut que renforcer cette tendance.

La direction de l'unité s'investit dans les débats de société par différents biais. Un chapitre de vulgarisation paru dans 'Etonnante chimie' (CNRS Editions) et des interventions auprès de lycéens ont été réalisés. L'unité s'est également exprimée dans les médias pour présenter les objectifs de l'ERC par rapport aux polluants éternels PFAS.

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

Les points faibles de ce domaine sont assez limités et tiennent surtout à la nature même du LHCEP dont la communication des travaux auprès du grand public ne peut se faire que de façon parcimonieuse.

Un autre point limitant est la présence d'une tutelle industrielle qui complexifie nécessairement les possibilités d'interactions avec d'autres acteurs privés.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

La trajectoire présentée par l'unité est convaincante avec des orientations volontaristes pour l'ensemble du LHCEP.

Les objectifs scientifiques sont très bien définis et donnent une orientation très claire des cibles moléculaires HEDMs basées sur la chimie de l'azote et des moyens pour y parvenir, y compris par des moyens technologiques. Le personnel soutien est un atout essentiel dans ce cadre.

Concernant les activités connexes, l'ERC Consolidator 'Give-me-Five' est en cours jusqu'en 2029 et une ERC Proof of Concept est en cours de rédaction.

La remise à plat des rôles de chacun au sein du laboratoire est pertinente mais il est important de s'assurer du soutien de l'ensemble des personnels, ainsi que d'un équilibre dans la répartition des moyens.

L'augmentation du nombre de personnels temporaires au sein de l'unité a pu être accompagnée d'une augmentation d'espace de travail, malheureusement insuffisante à ce jour.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

L'unité doit veiller à ce que la diminution des C/EC, l'implication de deux EC dans des tâches administratives lourdes (direction de département puis adjointe de composante, responsable de formation en apprentissage) et l'augmentation du nombre d'étudiants notamment sur les deux dernières années, ne se répercute pas au niveau de la qualité de l'encadrement de chaque étudiant, dont le nombre est en augmentation.

Pour cela, l'unité est encouragée à poursuivre sa politique en vue d'un recrutement d'un ou une chargé(e) de recherche afin de pouvoir mener au mieux les différentes thématiques (de cœur et connexes) au cours des prochaines années.

Le comité souligne.

Il est également recommandé de rester attentif à l'accompagnement des personnels, soutiens et support, afin de faciliter leur adaptation à la réorganisation de leurs activités.

Le comité suggère également de poursuivre les efforts en vue de l'obtention de locaux supplémentaires par la tutelle hébergeante, afin que chaque étudiant puisse avoir sa propre hotte et travailler dans des conditions optimales quel que soit son statut d'accès.

Enfin, l'unité est encouragée à développer ses actions en matière de préservation de l'environnement, et doit aussi finaliser la mise à jour de son site web et de son règlement intérieur.

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

Un effort notable a été porté sur la publication dans des journaux scientifiques généralistes, garantissant des réalisations scientifiques de qualité avec une reconnaissance internationale. Le comité recommande de poursuivre cette dynamique, en maintenant l'exigence de qualité des articles. Les projets européens engagés par la nouvelle direction devraient produire de nombreux résultats, et la participation à des congrès généralistes de chimie reste à encourager. Le comité préconise également de poursuivre les collaborations scientifiques établies lors du précédent contrat notamment avec les laboratoires lyonnais.

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE DOMAINE 3 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

Le LHCEP participe pleinement à l'inscription de ses activités de recherche dans la société (interventions pédagogiques, dans les médias...), qu'il s'agisse du cœur de métier comme des sujets connexes. Il est important de maintenir cette activité qui permet de donner une image positive de la recherche en chimie.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATE

Début : 14 janvier 2026 à 08h55

Fin : 14 janvier 2026 à 17h15

Entretiens réalisés : en distanciel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

8h30	8h45	Huis clos du comité + CS (15 min) (lien pour journée)
8h50	8h55	Présentation du comité (10 min) (lien jusqu'à 12H00)
9h00	9h30	Exposé de la direction d'unité (Bilan) (30 min)
9h30	10h00	Discussion (30 min)
10h05	10h25	Exposé Monoéquipe (Bilan) (20 min)
10h25	10h50	Discussion (25 min)
10h50	11h00	Pause (10 min)
11h05	11h20	Exposé de la nouvelle direction d'unité (Trajectoire) (15 min)
11h20	11h40	Discussion (20 min)
11h40	12h15	Débriefing à huis clos du comité + CS (35 min)
12h15	13h15	Pause déjeuner (1H00)
13h30	14h00	Entretien à huis clos avec personnels d'appui à la recherche (30 min)
14h05	14h35	Entretien à huis clos avec chercheurs et enseignants-chercheurs sans DU et futur DU (30 min)
14h40	15h10	Entretien à huis clos avec doctorants et post-doctorants (30 min)
15h15	15h30	Pause (15 min)
15h30	16h00	Débriefing à huis clos du comité + CS (30 min)
16h00	16h30	Entretien à huis clos avec les tutelles (30 min)
16h30	16h45	Pause (15 min)
16h45	17h15	Entretien à huis clos avec la direction et ancienne direction (30 min)
17h15	18h45	Débriefing à huis clos du comité + CS (1H30)
		Fin évaluation

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Direction de la Recherche et des Etudes Doctorales
Bâtiment Atrium
43 boulevard du 11 novembre 1918
69622 Villeurbanne Cedex
France
direction.recherche@univ-lyon1.fr

**Haut Conseil de l'évaluation de la
recherche et de l'enseignement
supérieur**
19 rue Poissonnière
75002 Paris

**Réf. : Observations de portée générale sur le rapport d'évaluation DER-PUR270026026 -
LHCEP - Hydrazines et composés énergétiques polyazotés**

Villeurbanne, le 12 mars 2026

Madame, Monsieur,

Je vous remercie de m'avoir transmis le pré-rapport d'évaluation de l'UMR5278 **Hydrazines et
composés énergétiques polyazotés - LHCEP**.

Je tiens à souligner la très grande qualité du travail réalisé par les membres du comité d'évaluation.

Après lecture attentive et analyse du document, je vous précise que ce rapport n'appelle pas
d'observation de la part de l'Université Claude Bernard Lyon1.

Je vous prie de croire, Madame, Monsieur, en l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Université Claude Bernard Lyon 1
Pour le Président et par délégation



Le Vice-Président Recherche
Arnaud BRIOUDE



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

