

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

UCP/GDP - Unité Chimie et Procédés / Groupe
de Génie Des Procédés

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

École nationale supérieure de techniques
avancées / Institut Polytechnique de Paris - Ensta
Paris

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E

Rapport publié le 17/02/2025



Au nom du comité d'experts :

Pierre-Alexandre Glaude, président du comité

Pour le Hcéres :

Stéphane Le Bouler, président par intérim

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

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

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

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président : M. Pierre-Alexandre Glaude, CNRS Nancy

Expert : M. Guillaume Galliero, université de Pau et des Pays de l'Adour - UPPA

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Paul-Antoine Santoni

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

M. Thomas Loiseleux, Ensta Paris

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Unité Chimie et Procédés / Groupe de Génie Des Procédés
- Acronyme : UCP/GDP
- Label et numéro : Unité propre 200920618B
- Composition de l'équipe de direction : M. Laurent Catoire (directeur) / M. Didier Dalmazzone (directeur-adjoint)

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et Technologies
ST5 : Sciences pour l'ingénieur

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le groupe de Génie des Procédés de l'UCP (UCP/GDP) développe des recherches en génie des procédés et dans le domaine de l'énergie, que ce soit pour sa production, sa transformation ou son stockage. L'unité est constituée des axes thématiques suivants : hydrates de gaz ; filière hydrogène ; combustion, thermochimie et cinétique chimique ; modèles thermodynamiques ; chimie théorique et modélisation moléculaire ; synthèse inorganique.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'unité UCP a été créée en 2001 par réorganisation des unités de l'Ensta. L'UCP regroupe deux équipes distinctes, le groupe Synthèse Organique et Réactivité (SOR) évalué par ailleurs, et le groupe GDP. Les locaux de l'UCP sont situés à l'Ensta à Palaiseau dans des bâtiments récents construits en 2012. Le groupe GDP dispose d'une plateforme hydrogène, localisée dans un espace spécialement aménagé dans un autre bâtiment pour des raisons de sécurité.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'UCP/GDP est une des six unités d'enseignement et de recherche de l'Ensta Paris. Anciennement membres de l'université Paris-Saclay et de ParisTech, l'école et l'unité ont intégré l'Institut Polytechnique de Paris (IPP) fin 2019. L'école doctorale de rattachement est l'ED 626 de l'IPP. L'unité s'inscrit pleinement dans des structures de coordinations et de soutien à la recherche de l'IPP, comme : le Carnot M.I.N.E.S. ; le centre interdisciplinaire Energy for Climate (E4C) constitué de 25 unités de recherche et qui finance des recherches dans les domaines de la décarbonation et de l'efficacité énergétique ; le Centre Interdisciplinaire d'Études pour la Défense et la Sécurité (Cieds). Les liens avec des structures de l'université Paris-Saclay, ancienne tutelle, ont pris fin en 2022, comme le labex LaSIPS et l'initiative de recherche stratégique Momentom. L'UCP/GDP est impliquée dans les trois pôles de compétitivité : France Hydrogène, NextMove et ASTech. La fusion en cours des Ensta devrait peu modifier l'environnement de recherche de l'unité car les recouvrements thématiques avec l'Ensta Bretagne sont réduits.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	7
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	2
Doctorants	8

Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	18

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
Ensta Paris	6	0	1
Total personnels	6	0	1

AVIS GLOBAL

L'UPC/GDP est sous la tutelle de l'Ensta à Palaiseau, rattachée à l'institut Polytechnique de Paris. Les recherches développées relèvent principalement du domaine de l'énergie, avec des applications à sa production, son stockage, la mobilité ainsi qu'aux problématiques liées à la défense. L'UPC/GDP est de petite taille. Elle compte six enseignants-chercheurs, participant tous aux instances de gouvernance (conseil de laboratoire, conseil scientifique). L'interaction avec l'enseignement est forte et l'unité UPC/GDP s'appuie sur l'Ensta, qui est certifiée ISO 9001, pour de nombreux aspects comme la gestion des ressources humaines ou la sécurité. Les effectifs permanents restent stables mais deux EC en CDD ont quitté l'unité au cours de la période évaluée.

Les recherches sont structurées autour de six axes correspondant chacun à un EC permanent, sur les procédés mettant en jeu des hydrates de gaz, la modélisation thermodynamique, la cinétique chimique pour la combustion, la synthèse de matériaux inorganiques, la filière hydrogène et la chimie théorique. Ces thématiques sont au cœur des enjeux techniques et sociétaux actuels pour la transition énergétique, la défense ou encore la santé.

Les études expérimentales s'appuient sur un parc fourni de matériel de très bon niveau avec des bancs instrumentés et des équipements de synthèse, d'analyse et de caractérisation physico-chimique. Tous les axes s'intéressent à la modélisation et aux développements théoriques, et utilisent une plateforme interne de calcul de bonne capacité. Ce large champ de compétences et les résultats originaux de l'unité donnent à ses membres une très bonne reconnaissance nationale, en particulier en thermodynamique et en combustion, malgré la faiblesse des effectifs.

Au cours de cette période, l'unité a produit des résultats scientifiques marquants. On peut citer des avancées méthodologiques pour : la caractérisation physico-chimique de mélanges CO₂/alcanes à changement de phase pour des cycles de réfrigération ou de molécules issues de la conversion thermo-chimique de la biomasse ; la modélisation de la cinétique de réaction d'inhibiteurs de flamme pour les batteries ; le développement d'équations d'états pour les ions ou les molécules polaires prenant en compte les effets électrostatiques qui ont permis de modéliser le stockage de gaz dans des aquifères salés ; la synthèse de nanothermites en enrobant des nanoplaquettes d'aluminium commerciales par des oxydes métalliques.

La production scientifique est soutenue et de qualité dans tous les axes. L'unité produit une dizaine de publications chaque année dans des journaux internationaux reconnus dans leur domaine. Elle contribue aussi fortement au transfert des connaissances vers l'industrie par des publications spécialisées. La participation à des congrès internationaux et aux réseaux scientifiques nationaux est en retrait, ce qui peut limiter la notoriété des membres de l'unité et de leurs travaux.

L'unité UPC/GDP est bien soutenue financièrement par sa tutelle. Elle bénéficie de ressources propres importantes grâce au soutien de structures de l'IPP (E4C, Cieds), à ses réponses aux appels d'offres locaux, à son grand dynamisme attesté par sa réussite dans les programmes nationaux (6 projets financés par l'ANR, dont 4 comme porteur au cours de la période) ainsi qu'à ses nombreuses collaborations avec des organismes ou des entreprises privées (CEA, Onera, DGA, Ifpen, Orano, Geolith). Grâce à ces projets, l'unité forme un nombre important de doctorants (14 au sein de l'ED 626) et a accueilli plus de dix chercheurs post-doctoraux au cours de la période.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations principales de la précédente évaluation étaient les suivantes :

1. Le groupe GDP était « encouragé à continuer le développement et le renforcement de ses partenariats à l'international ».

Un effort a été fait au cours de la période pour augmenter les relations internationales avec l'accueil de doctorants étrangers venu du DTU au Danemark et de deux universités américaines (Texas A&M, City university de New York). Plusieurs projets internationaux, dont européens, ont été déposés sans succès et d'autres sont en cours d'évaluation.

2. Le groupe GDP était « encouragé à s'impliquer davantage dans les questions relevant de l'hygiène et de la sécurité liées à ses activités de recherche expérimentale ».

Une formation en sécurité chimique est donnée maintenant à tous les nouveaux entrants, quelle que soit leur activité. Le groupe s'appuie également sur l'Ensta et suit les procédures de certification ISO obtenues par l'établissement.

3. Le comité avait recommandé au groupe GDP « de veiller au bon équilibre entre le nombre d'actions de recherches engagées et ses effectifs ».

Ce troisième point reste d'actualité puisqu'aucun recrutement de chercheur permanent n'a pu être mené à bien pour renforcer les différentes thématiques toujours alimentées par un très grand nombre de projets.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Les objectifs scientifiques de l'UCP/GDP concernent le secteur de l'énergie, que ce soit sa production, sa transformation ou son stockage par le biais des matériaux, ainsi que la défense et la santé. Les recherches répondent à des questionnements scientifiques ambitieux en chimie physique, génie des procédés, et énergétique, sur des thématiques originales, par exemple, dans le cas des matériaux énergétiques ou des modèles thermodynamiques. Ces recherches fondamentales alimentent des développements technologiques rapides dans des secteurs stratégiques par les programmes conjoints avec des Epic et des industriels. Ces objectifs clairs sont en accord avec les grandes orientations de la recherche publique et de la tutelle de l'unité.

Appréciation sur les ressources de l'unité

L'unité dispose d'une dotation récurrente notable de sa tutelle et de ressources propres importantes qui lui permettent de mener à bien ses recherches, comme en témoignent les plateformes expérimentales riches de nombreux équipements de qualité et l'important flux de doctorants. Les ressources humaines composées de six EC et deux PAR représentent une limite structurelle forte au développement de ses activités de recherche.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

La petite taille de l'unité lui assure un fonctionnement fluide avec la participation de tous les EC au conseil de laboratoire et au conseil scientifique. L'interaction des thématiques de recherche avec l'enseignement est forte et l'unité suit bien les règles et préconisations de l'Ensta pour les problématiques de sûreté et de sécurité. L'animation scientifique interne est toutefois limitée.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité privilégie des recherches dans le domaine de l'énergie, de la défense et dans une moindre mesure de la santé. Ces thématiques s'appuient sur les compétences scientifiques des EC en génie des procédés et en chimie physique, en particulier, en thermodynamique, énergétique, cinétique chimique, catalyse, modélisation moléculaire.

Les thématiques de l'unité sont en adéquation avec les questions sociétales comme l'énergie décarbonée pour les transports et l'industrie dans le cadre de la transition énergétique. Une forte impulsion est ainsi donnée aux recherches sur la filière hydrogène, que ce soit pour la production, le stockage ou l'utilisation en combustion de ce vecteur énergétique. Elles répondent aussi aux attentes de la tutelle dans le secteur de la défense et de l'ingénierie de la santé, par exemple, dans le domaine des matériaux énergétiques.

La pertinence des objectifs est confirmée par le nombre important de travaux en partenariat avec des organismes publics (Ifpen, Onera, CEA) et des industriels (Aramco, EDF) majeurs dans le secteur de l'énergie ou de la mobilité.

Points faibles et risques liés au contexte

La taille réduite de l'unité UCP/GDP conduit à ce que chaque thématique scientifique ne repose que sur un EC. L'activité foisonnante de l'unité peut amener à des surcharges.

L'activité de modélisation moléculaire est développée dans plusieurs axes sans beaucoup de collaborations ou de développements méthodologiques communs.

L'axe « filière hydrogène », concentré sur la production et le stockage, a des liens réduits avec les axes combustion et modèles thermodynamiques.

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'UCP/GDP reçoit une dotation assez importante de sa tutelle qui représente environ 10 % de ses ressources annuelles et qui est complétée par des ressources propres substantielles. Celles-ci sont issues pour un tiers environ de succès à des AAP et soutiens locaux, pour un second tiers des projets financés par l'ANR (six sur la période dont quatre portés par l'unité) et pour le reste de la valorisation par des thèses (dispositifs Cifre) et des contrats industriels ou avec des Epic.

Les possibilités matérielles de l'unité lui permettent de maintenir et d'enrichir son parc expérimental et de machines de calcul. En plus du nombre important de doctorants (14 inscrits à l'ED de rattachement sur la période, sur 24 en lien avec l'unité), l'unité a accueilli onze chercheurs post-doctoraux et a pu recruter deux assistants-ingénieurs et un technicien sur fonds propres.

Points faibles et risques liés au contexte

Les EC portent un grand nombre de projets avec un soutien technique très limité. La maintenance et la jouvence du parc expérimental sont dépendantes des moyens par nature variables des financements extérieurs.

Les moyens de l'unité sont peu utilisés dans le cadre de collaborations extérieures, hormis quelques travaux communs avec l'autre groupe SOR de l'UCP.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est intégrée à l'Ensta, certifiée ISO 9001 et qui dispose à ce titre de procédures pour la gestion des ressources humaines, l'intégrité scientifique et la science ouverte. L'Ensta assure la gestion des ressources humaines en matière de recrutement, d'avancement de carrière, de formation professionnelle et de médecine du travail. L'école assure également un plan de continuité des activités. La formation à la sécurité est assurée pour tous les nouveaux entrants.

Points faibles et risques liés au contexte

Les thématiques de recherche de l'unité, comme celles liées à l'hydrogène, peuvent amener à un renforcement des conditions d'accueil des stagiaires et personnels temporaires.

La sous-représentation des femmes parmi les personnels permanents (1 seule femme dans l'unité) pourrait être perçue comme un déséquilibre.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

L'unité présente une attractivité et une reconnaissance notable sur des thématiques nationales clés, en particulier en lien avec le monde socio-économique et à travers des projets compétitifs à l'échelle nationale. Son focus sur les enjeux énergétiques lui assure une pertinence thématique en phase avec les besoins sociétaux. Elle bénéficie de plateformes techniques assurant une recherche de qualité et innovante.

Cependant, sa petite taille, la sous-représentation des femmes et ses collaborations internationales relativement peu nombreuses peuvent être des freins à son attractivité.

- 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

Relativement à sa taille, l'unité a une bonne visibilité à l'échelle nationale sur la thermodynamique, le stockage et la séparation de gaz ainsi que la combustion, en particulier vis-à-vis du monde socio-économique.

Certains membres de l'unité collaborent avec quelques universités et institutions internationales, au travers de projets avec des partenaires allemands (Forschungszentrum Jülich), américains (Texas A&M university et City university of New York), et russes (université Fédérale de Kazan), et participent à des réseaux tels que Cost.

De plus, l'organisation et la participation (notamment des doctorants) relativement régulière à des conférences scientifiques (26th International Congress of Refrigeration 2023, 2019 AIChE Meeting) assurent une visibilité de l'unité au sein de la communauté.

L'unité, certifiée ISO 9001 au travers de l'Ensta, met en place des processus formalisés pour l'intégration des nouveaux arrivants, y compris des formations à la sécurité ainsi que des accompagnements personnalisés. Les doctorants et post-doctorants bénéficient d'un encadrement régulier (réunions hebdomadaires, bilans mensuels). De cela découle un faible pourcentage (7 %) de thèses n'allant pas au bout.

Les personnels ont la possibilité de suivre des formations financées par l'école ou l'unité, ce qui permet de maintenir et d'améliorer leurs compétences.

L'unité a obtenu des financements pour plusieurs projets de grande envergure, comme le projet Crisalhyd financé par l'ANR, portant sur l'utilisation de coulis d'hydrates de CO₂ pour remplacer les fluides frigorigènes. Avec l'obtention de six projets soutenus par l'ANR dont quatre en tant que porteurs et plus de 50 % des projets soumis couronnés de succès, l'unité a montré sa capacité à se distinguer dans des environnements compétitifs nationaux.

L'unité participe régulièrement à des appels à projets dans le cadre du PIA (IP Paris, E4C, etc.).

L'unité dispose de plateformes (hydrogène, calorimétrie, analytique) bien entretenues et régulièrement mises à jour, permettant de réaliser des recherches de qualité.

Le fort soutien financier de l'Ensta et les sources de financement régulièrement obtenues permettent de maintenir un niveau d'investissement élevé dans ses infrastructures de recherche.

Le personnel de l'unité est hautement qualifié et compétent (dont HSE) pour gérer et exploiter efficacement ces équipements pour des projets de recherche.

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

La petite taille de l'unité la rend moins compétitive face à des équipes de recherche plus importantes au niveau européen, ce qui limite son rôle de leadership dans les consortiums de recherche.

Malgré de nombreuses tentatives, les financements européens sont inexistant, ce qui pourrait, à long terme, limiter la capacité de l'unité à s'insérer pleinement dans l'espace européen de la recherche.

Avec peu de personnels permanents, la gestion des ressources humaines peut devenir délicate, notamment en cas de surcharge de travail ou de départs non remplacés.

La sous-représentation des femmes parmi les personnels permanents (1 seule femme dans l'unité) pourrait être perçue comme un déséquilibre et réduire l'attractivité de l'unité pour les candidates potentielles.

Malgré des efforts soutenus pour répondre à des appels à projets européens (franco-allemand, franco-autrichien, franco-norvégien, ERC et H2020 Prima), l'unité n'a pas encore obtenu de financements sur ces programmes, ce qui pourrait limiter sa reconnaissance à l'échelle internationale.

La multiplication des projets soumis et la surcharge administrative pourraient détourner les membres de l'unité de leurs missions de recherche fondamentale.

La gestion des plateformes expérimentales et numériques repose essentiellement sur les enseignants-chercheurs, ce qui peut poser des problèmes en cas d'augmentation de la charge de travail ou de départs non anticipés. Néanmoins, l'arrivée d'un IR en 2024 devrait grandement améliorer ce point.

La mise à jour des équipements dépend en grande partie de financements extérieurs, et une réduction des contrats ou des appels à projets pourrait nuire à la maintenance des infrastructures.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

Tous les membres de l'UCP/GDP contribuent à une production scientifique importante et de qualité, publiée dans des journaux reconnus. Les résultats, issus des travaux expérimentaux et théoriques, sont originaux et couvrent des aspects variés des thématiques abordées. Ils donnent à l'unité une bonne visibilité nationale, en particulier pour les activités liées aux modèles thermodynamiques, au stockage des gaz et à la combustion.

- 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

Tous les membres de l'unité contribuent à une production scientifique fournie et de qualité avec une moyenne de 1,8 article/EC/an dans des revues internationales reconnues en énergie et combustion (Fuel, Energy, Combustion and Flame, etc.), procédés (Chemical Engineering Science, etc.) et chimie physique (Journal of Physical Chemistry A et B, Angewandte Chemie, etc.). Le nombre de publications (64 sur la période) est élevé, en continuité de la période précédente.

Le développement de l'axe « filière hydrogène » se traduit par une production croissante de cet axe, en notant que les autres axes publient également des travaux liés à l'hydrogène qui pourraient être rattachés à cet axe.

La majorité des publications sont produites dans le cadre de collaborations, le plus souvent au sein de l'IPP ou de l'université Paris-Saclay ainsi qu'avec les organismes publics de recherche.

Les résultats des recherches alimentent aussi l'enseignement avec, par exemple, la participation à l'élaboration de Mooc.

Les résultats obtenus sont originaux et recouvrent un nombre varié d'aspects dans chaque axe de recherche. L'apport scientifique est notable avec certaines thématiques spécifiques à fort enjeu comme les matériaux énergétiques, le stockage des gaz ou les recherches liées à la défense.

La production scientifique s'appuie sur un large champ de compétences impliquant travaux expérimentaux et théoriques qui ont permis la modélisation de la cinétique de réaction de nouveaux inhibiteurs de flammes de type fluorocarbonates pour répondre au risque d'incendie de cellules de batteries électriques, la caractérisation d'hydrates de gaz obtenus par des mélanges CO₂/alcanes pour de nouveaux systèmes de réfrigération, le développement de matériaux nanostructurés pour le stockage d'hydrogène, la synthèse de nanothermites en enrobant des nanoplaquettes d'aluminium commerciales par des oxydes métalliques.

Ces travaux s'appuient sur l'utilisation de modélisation moléculaire et présentent des avancées méthodologiques pour le développement de voies de synthèses de nouveaux matériaux catalytiques, en particulier pour la production photo-catalytique d'hydrogène, et d'intermédiaires comme les α -ketophosphates ou le développement d'équations d'états prédictives de type Saft prenant en compte les espèces ioniques ou tous les types d'effets électrostatiques pour la modélisation des équilibres de phase. Ces développements ont permis l'estimation de données thermodynamiques de molécules polaires complexes issues de la biomasse et l'élaboration de modèles prédictifs pour le stockage de l'hydrogène dans des aquifères salés.

Les travaux expérimental et théorique sont rigoureux. L'unité a adopté la politique de science ouverte de sa tutelle et les publications sont accessibles sur HAL, de même que les actes de congrès.

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

Les publications de l'unité se répartissent dans un grand nombre de journaux différents, ce qui peut nuire à la visibilité des auteurs au sein d'une communauté.

Les membres de l'unité publient assez peu avec des partenaires hors de la France. Le nombre de collaborations internationales (8 publications durant la période), voire nationales au-delà de l'écosystème proche de l'UCP, est réduit. De même, la participation aux grands congrès de chaque spécialité est limitée, ce qui restreint la diffusion des résultats des membres de l'unité, pour lesquels le comité ne note pas de conférence invitée au cours de la période.

Les membres de l'unité n'ont pas de fonction éditoriale et ont une interaction limitée avec les réseaux nationaux tels que les GDR ou les sociétés savantes de leurs domaines respectifs.

La gestion des données de la recherche reste organisée par chaque EC individuellement.

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 affiche une activité de recherche bien en phase avec les attentes sociétales notamment dans les secteurs de l'énergie et de la transition énergétique et écologique et tout particulièrement à travers ses partenariats solides avec des acteurs socio-économiques nationaux.

L'investissement des membres de l'unité dans la médiation scientifique est très bon et se matérialise notamment par des interventions dans les médias et des participations à des débats de société.

- 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 entretient des partenariats solides avec des entreprises et des institutions publiques (CEA, Ifpen, Onera, etc.), notamment dans les secteurs de l'énergie, des matériaux et de la transition énergétique, répondant aux enjeux sociétaux actuels. Cela se traduit par l'obtention de cinq thèses portant sur : les matériaux énergétiques aluminisés avec le CEA (1), la formation des suies avec Ifpen (1), les nouveaux matériaux énergétiques avec Onera (2). L'environnement de l'institut Polytechnique Paris devrait permettre de favoriser encore plus cet état de fait.

Le portage de projets collaboratifs industriels (dispositifs Cifre et projets financés par l'ANR) témoigne de l'adéquation de ses recherches avec les besoins des acteurs économiques.

L'unité se distingue par une production scientifique valorisable notamment au travers de procédés énergétiques ou de modèles thermodynamiques parfois directement transposables dans l'industrie, par exemple, pour la synthèse de nouvelles nanothermites (en enrobant des nanoplaquettes d'aluminium commerciales par des oxydes métalliques) ou la simulation du procédé de production de l'acide acrylique.

Son impact économique se reflète dans la potentielle mise sur le marché de solutions issues de ses recherches, notamment dans le cadre de projets de décarbonation et d'efficacité énergétique, comme la synthèse de nanomatériaux pour la captation du lithium développés avec Geolith.

L'unité contribue aussi fortement au transfert des connaissances vers l'industrie par la rédaction de huit chapitres dans la collection des Techniques de l'Ingénieur.

L'unité cherche à valoriser certaines de ces activités au travers de brevet (une demande en cours).

L'unité s'investit dans la diffusion des savoirs auprès du grand public, participant à des conférences, à la rédaction d'article (par exemple, sur le vecteur hydrogène dans Le Point) et à des émissions télévisées (E=M6).

Les membres de l'unité prennent part à certains débats de société (cercle Demi-Siècle), en particulier sur les questions environnementales et énergétiques.

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

La petite taille de l'unité limite sa capacité à multiplier les partenariats non-académiques et à répondre à de nombreux projets collaboratifs simultanément.

Le niveau de maturité technologique (TRL) reste généralement faible (TRL 1-3), ce qui peut limiter leur attrait immédiat pour des partenaires industriels en recherche de solutions rapidement commercialisables mais permet de conserver une recherche amont.

L'impact direct des produits développés par l'unité reste encore limité, en partie dû au manque de ressources humaines.

La dépendance aux financements publics et à des contrats industriels liés au secteur de l'énergie expose l'unité à un risque de vulnérabilité économique si les financements venaient à diminuer.

L'intégration de la dimension sociétale, notamment en termes d'acceptabilité/désidérabilité, dans le choix des sujets de recherche n'est pas être encore très prononcée.

Bien que l'unité participe à des initiatives de médiation scientifique, la visibilité médiatique de ses travaux est relativement limitée.

Les efforts de vulgarisation scientifique pourraient être freinés par des ressources humaines limitées, réduisant la capacité de l'unité à multiplier ses actions auprès du grand public.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

De nombreux projets sont en cours, dans la continuité des thématiques actuelles et en s'appuyant sur les points d'excellence de l'unité. Chaque axe de recherche développe cependant sa propre stratégie. Les recouvrements possibles ne sont pas vraiment pris en compte.

Tous les axes de l'unité sont impliqués dans un grand nombre de projets financés par des AAP publics ou des collaborations. Les développements proposés vont au-delà de la simple continuation des travaux en cours mais proposent des extensions méthodologiques ou thématiques. L'axe combustion se développe ainsi sur les carburants décarbonés et la modélisation cinétique de réactions hétérogènes aux interfaces gaz-solide. De nouveaux procédés catalytiques de production d'hydrogène seront étudiés dans l'axe « filière hydrogène ». En thermodynamique, une meilleure prise en compte des interactions dans les équations d'état sera développée de manière originale. En modélisation moléculaire, la catalyse enzymatique est envisagée pour des applications dans le secteur énergétique comme la production d'hydrogène. Des projets internationaux ont été déposés et un premier succès a été obtenu pour un PHC Balaton avec la Hongrie.

Parmi les thèmes structurants, le calcul théorique et la modélisation moléculaire sont mis en œuvre dans plusieurs axes thématiques. L'axe qui lui est consacré développe certaines recherches un peu éloignées des autres sujets de l'unité, mais pleinement dans les objectifs scientifiques de la tutelle autour de la santé sur l'antibiorésistance, et interagit avec l'axe « filière hydrogène » dans le projet de catalyse enzymatique pour la production d'hydrogène. Si la diversité des méthodes et des outils théoriques ne permet pas de développements méthodologiques communs applicables à tous les sujets, les interactions scientifiques et la mutualisation de moyens numériques pourraient être plus importantes.

Alors que la future direction de l'unité n'est pas encore connue, la trajectoire se focalise sur les projets en cours ou déposés récemment. Des transitions importantes à venir sont difficiles à prendre en compte pour l'instant. La fusion des Ensta et l'évolution du périmètre de l'IPP vont modifier l'environnement de recherche, et peuvent créer des possibilités. Les centres interdisciplinaires E4C et Cieds resteront cependant des sources de moyens notables. Le recrutement d'un ou deux enseignants-chercheurs peut être possible dans les années qui viennent en coordination avec les besoins de formation de l'Ensta, mais certains permanents pourraient à l'inverse quitter l'unité, ce qui fragiliserait voire stopperait certaines thématiques.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Les six axes de recherches de l'unité sont pertinents et productifs, mais une réflexion devra être menée pour augmenter les interactions internes, en particulier sur la filière hydrogène, les projets autour du CO₂ et la modélisation moléculaire, thématiques interdisciplinaires qui peuvent être plus structurantes.

Cette réflexion devra intégrer les départs prévisibles de membres de l'unité pour permettre à la prochaine direction de définir les priorités scientifiques de l'unité pour de potentiels recrutements d'enseignants-chercheurs en évitant la mise en danger de thématiques et les pertes de compétences.

Le recrutement d'un technicien en support technique apparaît nécessaire au maintien des capacités expérimentales importantes de l'unité.

L'animation scientifique de l'unité mériterait d'être renforcée, par l'organisation de séminaires et de conférences invitées, par exemple.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

L'attractivité de l'unité est à renforcer par une plus grande visibilité de ses membres au sein des organisations et structures de recherches nationales, comme les GDR.

Le comité encourage les membres de l'unité à une participation accrue aux grands congrès de chaque spécialité, ce qui améliorerait la visibilité des recherches et des EC. Cela pourrait permettre de nouer de nouvelles collaborations, notamment à l'international, pour augmenter l'accueil de professeurs invités ou les échanges d'étudiants.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

L'unité est encouragée à poursuivre sa politique de publication soutenue et de qualité, en veillant à privilégier un nombre restreint de journaux de chaque thématique pour assurer la visibilité des résultats.

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

Beaucoup de recherches menées par l'unité recouvrent des questions sociétales actuelles. Une communication accrue sur les résultats de l'unité via la tutelle et l'IPP et auprès de médias destinés au grand public apporterait une reconnaissance accrue.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATE

Début : 22 octobre 2024 à 8h15

Fin : 22 octobre 2024 à 19h30

Entretiens réalisés en distanciel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

08h15-08h45	Réunion à huis clos du comité
08h50-09h00	Introduction de la visite par le conseiller scientifique : P.A. Santoni
09h00-10h00	Présentation du bilan par le directeur de l'unité et discussion : L. Catoire
10h00-11h00	Créneau Science à l'initiative de l'unité : focus scientifiques notamment liés au contenu du portfolio et/ou visites virtuelles des plateaux techniques
11h00-11h30	Pause
11h30-12h10	Présentation par la direction actuelle et future de la trajectoire de l'unité incluant les perspectives L. Catoire
12h10-13h30	Repas
13h30-14h05	Réunion à huis clos du comité
14h05-14h25	Rencontre avec les personnels d'appui à la recherche : personnels administratifs et techniques
14h30-15h00	Rencontre avec les doctorants et post-doctorants
15h00-15h30	Pause
15h30-16h00	Rencontre avec les personnels chercheurs et enseignant-chercheurs
16h05-16h45	Rencontre avec les représentants des tutelles
16h50-17h20	Réunion du comité avec la direction actuelle et la direction future de l'unité
17h20-17h50	Pause
17h50-19h30	Débriefing à huis clos du comité

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

**Direction de la Formation
et de la Recherche (DFR)**

Tel. +33(0)1 81 87 19 01

Direction de la Formation et de la Recherche
Thomas LOISELEUX
Directeur (DFR)

La direction de la formation et de la recherche (DFR), le directeur de l'UCP groupe GDP, son adjoint, et plus généralement l'ensemble des membres de l'UCP remercient le comité HCERES et le conseiller scientifique pour le travail d'analyse précis et détaillé et leur bienveillance. Chacun a pu relire le document de synthèse et s'exprimer sur contenu. Aucune remarque de fond n'a été relevée si ce n'est la satisfaction de lire une évaluation extrêmement positive.

Nous remercions le comité pour les pistes de progrès identifiées, pistes que nous ne manquerons pas de nous efforcer de suivre en cohérences avec nos moyens budgétaires.

Quelques éléments sont listés ci-dessous pour expliciter comment le rapport d'évaluation sera pris en compte :

- 1) La participation à des congrès internationaux est effectivement en retrait par rapport à la période 2013-2018. Il faut dire que l'épisode COVID de 2020 à 2022 n'est pas pour rien dans cette situation tant il a semblé peu intéressant, peu motivant et peu « rentable » de participer à des congrès à distance. L'unité dispose de ressources suffisantes pour améliorer l'existant. Il s'agira de redonner le goût aux doctorants et aux post-doctorants de se déplacer sachant que certains ont aujourd'hui une certaine « hostilité » aux déplacements en avion.
- 2) Au sujet de l'évaluation détaillée, il est vrai que le nombre de thématiques est quasi supérieur au nombre d'EC. Cependant, les thématiques sont souvent cousines et dans presque tous les projets 2018-2023 plusieurs EC ont été sollicités.
- 3) L'appréciation sur les ressources humaines est juste mais le recrutement d'un IR en mars 2024 permet aux EC de se recentrer sur leurs tâches premières. L'IR en question est extrêmement motivé, efficace, entreprenant et motivant. Au final, son recrutement est une grande réussite. Les maintenances sont assurées, des appareillages ont été réparés à un coût quasi nul et de nouveaux appareillages ont été achetés. La liste n'est pas donnée ici car le recrutement de Clément Polese, IR a été acté en mars 2024 et la période d'évaluation ne court que jusqu'au 31 décembre 2023. A cette date C. Polese était certes présent à l'UCP mais en tant que post-doctorant sur l'ANR ASTRID « MAPY » et son périmètre n'était pas du tout celui qu'il a aujourd'hui.

- 4) Le point critique relevé sur l'activité de modélisation moléculaire développée sans collaborations dans plusieurs axes n'est pas faux mais s'explique bien. Il est à noter que certaines modélisations concernent l'état gazeux, d'autres l'état liquide et d'autres l'interface gaz-solide. Qui sait se débrouiller des approches qui relèvent de l'état gazeux n'est pas forcément compétent s'agissant de l'état liquide et éventuellement vice-versa. De plus, pour la plupart des collègues la chimie théorique est plus un moyen qu'un but. Ce que recommande le comité reviendrait à charger le seul collègue chimiste théoricien de formation de cette activité. Or ce collègue a lui-même ses propres centres d'intérêt qui sont différents de ceux des autres collègues. Il faudrait/faudra donc penser à un recrutement spécifique.
- 5) L'impression de liens réduits entre les différents axes actifs dans le domaine de l'hydrogène est plus apparente que réelle. Il est vrai que les financements étant différents, les collègues porteurs sont généralement différents et ceci explique cela.
- 6) La sous-représentation des femmes dans l'unité n'est pas le fait de la direction actuelle en poste depuis 2015. Tous les collègues, y compris Annie Jonquais, en poste au 31 décembre 2023, ont été recrutés avant 2015 du temps de l'ancien directeur (2001-2015) Walter Fürst. Cette sous-représentation est heureusement moins vraie au niveau des doctorant(e)s et des post-doctorant(e)s. A noter que dans nos domaines cette disproportion est aussi présente, et de manière flagrante, au niveau des effectifs étudiants.

Thomas LOISELEUX



Directeur de la formation et de la recherche

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

Évaluation des universités et des écoles
Évaluation des unités de recherche
Évaluation des formations
Évaluation des organismes nationaux de recherche
Évaluation et accréditation internationales



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

