

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

Lip(Sys)² - Lipides, systèmes analytiques et biologiques

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université Paris-Saclay

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E



Au nom du comité d'experts :

Frédéric Carriere, président du comité

Pour le Hcéres :

Stéphane Le Boulter, 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. Frédéric Carrière, CNRS Marseille
Experts :	M. Sébastien Bonhommeau, université de Bordeaux Mme Laetitia Fouillen, CNRS Bordeaux (représentante des personnels d'appui à la recherche) M. Éric Peyrin, université Grenoble Alpes (représentant du CNU 85)

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Eric Defranco

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

M. Elias Fattal, université Paris-Saclay
Mme Anne Monsoro-Burq, université Paris-Saclay

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Lipides, Systèmes Analytiques et Biologiques
- Acronyme : Lip(Sys)²
- Label et numéro : EA 7357
- Nombre d'équipes : 2 équipes
- Composition de l'équipe de direction : M. Pierre Chaminade (directeur d'unité)

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

ST4 Chimie

SVE3 Molécules du vivant, biologie intégrative (des gènes et génomes aux systèmes), biologie cellulaire et du développement pour la science animale

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le Lip(Sys)² est une unité de recherche à l'interface entre la biologie, la chimie analytique et la biochimie dont les thématiques visent à une meilleure compréhension des mécanismes de l'homéostasie lipidique, en particulier, en ce qui concerne les lipides membranaires. Les applications concernent les domaines d'études de l'athérosclérose, de la dermatologie et de la cosmétique. Le laboratoire est constitué de deux équipes.

L'équipe « Athérosclérose et Macrophage » est spécialisée dans l'étude des mécanismes biochimiques et moléculaires de l'athérosclérose, et plus spécifiquement sur la description du processus d'efflux du cholestérol cellulaire et de l'impact des acides gras polyinsaturés sur l'homéostasie du cholestérol des macrophages humains.

L'équipe « Chimie Analytique Pharmaceutique » est spécialisée en lipidomique (techniques séparatives couplées à la spectrométrie de masse, techniques vibrationnelles, imagerie hyper-spectrale), dans l'étude de la barrière cutanée (peaux reconstruites), ainsi que dans l'analyse pharmaceutique des anticancéreux (dosage, analyse de traces).

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Créée durant la période 2015-2019, l'unité est issue du regroupement de deux équipes associées, le « Groupe de Chimie Analytique de Paris-Sud (EA 3343 puis EA 4041) » et l'équipe « lipides membranaires et régulation fonctionnelle du cœur et des vaisseaux (EA 4529) ». Elle était initialement constituée de trois équipes, dont le « Laboratoire d'Études des Techniques et Instruments d'Analyse Moléculaire (Letiam) » qui s'est rattaché ensuite à l'Institut de Chimie Physique (ICP) en 2020. Le laboratoire dans son ensemble aurait souhaité rejoindre l'ICP mais cela n'a pas été possible.

L'unité a déménagé au cours du dernier mandat. Depuis la rentrée universitaire 2022, elle est localisée dans de nouveaux locaux de l'université Paris-Saclay à Orsay (Centre Henri Moissan), où sont rassemblés la recherche et l'enseignement de l'UFR de Pharmacie.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'unité, sous tutelle unique de l'université Paris-Saclay, est associée aux deux écoles doctorales « Innovation Thérapeutique, du Fondamental à l'Appliqué (ITFA - ED 569) » et « Sciences Chimiques : Molécules, Matériaux, Instrumentation et Biosystèmes (2MIB - ED571) » et aux deux Graduate Schools (GS) « Health and Drug Sciences » et « Chimie ».

L'unité est également associée à deux objets interdisciplinaires ou actions croisées des Graduate Schools de l'université Paris-Saclay : « Bioprobe (étude des processus biologiques, in situ, dans des environnements complexes) » et « Healthi (Santé et innovation thérapeutique) ». Elle est impliquée dans la formation des étudiants de la faculté de Pharmacie, des ED et des GS grâce à son implication dans la plateforme Samm (Service d'Analyse de Médicaments et Métabolites) rattachée à l'UMS « Ingénierie et Plateformes au Service de l'Innovation Thérapeutique (Ipsit) ».

L'unité et ses personnels sont impliqués dans plusieurs CHU de l'Assistance Publique-Hôpitaux de Paris (hôpital européen Georges Pompidou, hôpital Bicêtre, hôpital Necker, hôpital Henri Mondor).

Grâce à son expertise en chimie analytique, l'unité collabore avec plusieurs laboratoires régionaux comme l'Institut de Biologie Intégrative de la Cellule (I2BC), l'Institut Galien, l'Institut de Recherche Biomédicale des

Armées (IRB), nationaux comme le Lemar à Brest et internationaux (université de Liège et université Saint-Joseph de Beyrouth au Liban avec l'obtention d'un PHC Cèdre pour celle-ci).

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	10
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	2
Sous-total personnels permanents en activité	16
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	0
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	20

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 Paris-Saclay	14	0	2
Total personnels	14	0	2

AVIS GLOBAL

Les chercheurs du Lip(Sys)² sont reconnus au niveau national, principalement dans le domaine de l'analyse lipidomique et l'étude de la barrière cutanée, mais l'envergure internationale de l'unité reste modeste. Cette expertise réside dans l'association de techniques vibrationnelles (Imagerie Raman, SERS, microscopie IR) et séparatives (LC-MS), en particulier pour étudier la physiologie cutanée et sa barrière lipidique, ou rechercher des traces de médicaments présentant des risques professionnels en milieu hospitalier.

Quelques faits marquants de l'unité sont à mettre en exergue. Ainsi, l'équipe « Athérosclérose et Macrophage » a montré l'impact de l'acide eicosapentaénoïque (EPA) sur l'efflux du cholestérol dépendant de la protéine ABCA1 des macrophages humains THP-1, ainsi que sur la composition en triglycérides de gouttelettes lipidiques dans les mêmes macrophages, avec un ralentissement de l'hydrolyse des esters de cholestérol (Biochim. Biophys. Acta Mol. Cell Biol. Lipids 2021). Ces résultats ont des implications potentielles pour la prévention des maladies cardiovasculaires.

L'expertise en analyse lipidomique de l'équipe « Chimie Analytique Pharmaceutique » a permis la caractérisation approfondie de deux nouvelles sous-classes de céramides dans le stratum corneum (Analyst 2021), la mesure de la distribution des acides gras dans les classes de lipides par spectrométrie de masse haute résolution et la quantification d'eicosanoïdes dans l'athérosclérose (Anal. Chim. Acta 2021). Un développement notable concerne la Spectroscopie Raman Exaltée de Surface (SERS pour Surface-Enhanced Raman Spectroscopy) pour la détection de molécules thérapeutiques à faibles concentrations (Spectroc. Acta Pt. A-Molec. Biomolec. Spectr. 2022). Le couplage de l'imagerie Raman et de l'analyse chimiométrique a permis l'étude de compartiments cellulaires, dont les gouttelettes lipidiques, et le rôle de l'EPA dans leur formation (Analyst 2021, J. Biophotonics 2021).

L'unité montre une production scientifique honorable avec 90 % des 87 articles à comité de lecture publiés par les vingt personnels permanents dans les bons journaux de la spécialité comme Talanta, Anal. Bioanal. Chem.,

Analyst, etc. Le comité a toutefois relevé une plus forte productivité de l'équipe « Chimie Analytique Pharmaceutique » par rapport à l'équipe « Athérosclérose et Macrophage ».

L'unité présente un parc instrumental remarquable en spectroscopie vibrationnelle, complété par son implication dans la plateforme de lipidomique Samm (Service d'Analyse des Médicaments et des Métabolites) de l'UMS « Ingénierie et Plateformes au Service de l'Innovation Thérapeutique (Ipsit) ». Cela permet des approches expérimentales complémentaires, le tout étant couplé à la chimiométrie.

L'implication de l'unité dans la formation par la recherche est bonne. Elle se manifeste par l'encadrement de doctorants mais aussi par un investissement notable dans les écoles doctorales et les Graduate Schools de l'université Paris-Saclay. Le comité a cependant noté que le recrutement des doctorants et des personnels permanents était plutôt endogène, ce qui reflète une reconnaissance locale de l'expertise de l'unité dans ses activités de recherche.

L'attractivité industrielle est un point fort de l'unité qui se traduit par diverses collaborations (5) avec des sociétés comme Clarins, Horiba, Pierre Fabre, Silab et des prestations de services (3) pour Air Liquide et Galderma. Les contrats industriels signés ont permis l'emploi de doctorants et post-doctorants par le laboratoire.

Le financement de l'unité repose en grande partie sur ses collaborations industrielles. Bien que l'unité ait obtenu deux financements par l'ANR en tant que partenaire, elle n'a pas réussi à obtenir de financement en tant que porteur, tant auprès de l'ANR que de l'Europe.

Le déménagement de la faculté de pharmacie de Châtenay-Malabry sur le campus Paris-Saclay à Orsay a généré un remodelage des laboratoires du site. L'alliance de l'unité Lip(Sys)² avec le laboratoire « Matériaux et Santé (MS) » pour créer la nouvelle unité « Stratégies d'Investigations Analytiques : Médicaments, bioMatériaux, tissus et Matrices biologiques (SIA3M) » devrait permettre une complémentarité, de nouvelles interactions entre membres de l'unité et, en particulier, un environnement propice au développement de l'analyse pharmaceutique des anticancéreux par spectroscopie Raman exaltée (SERS). Le comité donne un avis favorable à cette association, perçue de façon très positive par le personnel de l'unité.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations de la précédente évaluation ont été en partie prises en compte.

Un effort de participation à des congrès internationaux a été réalisé, et a donné lieu à dix-neuf communications orales (dont treize par des étudiants) et 27 posters. L'unité a également participé à l'organisation de cinq conférences internationales en lien avec la spectroscopie et les modèles cutanés en cosmétique en tant que membre du comité scientifique. Elle est membre d'un consortium européen (Applications of Raman spectroscopy for active characterization and follow-up in dermatology and cosmetic science). Elle a accueilli des chercheurs et étudiants étrangers (mais en nombre limité). L'unité n'a toutefois pas obtenu de financement à des appels d'offres internationaux.

Le développement de collaborations croisées interdisciplinaires entre les deux équipes de l'unité avec l'intégration de l'aspect lipidomique par l'équipe 1 pour l'étude de l'athérosclérose, et le développement de la biologie et de la culture cellulaire par l'équipe 2 ont permis d'amplifier les échanges interdisciplinaires entre chimistes et biologistes qui se sont traduits par cinq publications communes (sur 87 au total pour l'unité). L'unité a toutefois gardé la structuration en deux équipes.

Un comité de pilotage a été mis en place au début du contrat quinquennal avec un renforcement des réunions scientifiques mensuelles préexistantes par des réunions hebdomadaires sur l'organisation de la vie du laboratoire et une gestion financière centralisée.

Le recentrage des activités autour de quelques axes interdisciplinaires forts comme l'analyse cutanée et la lipidomique a été bien pris en compte. L'émergence de l'axe thématique « innovation analytique » avec le développement de la spectroscopie SERS représente une approche complémentaire aux méthodologies existantes.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'unité est cohérente au niveau thématique et méthodologique, l'étude des lipides représentant un point d'ancrage fort, source de collaborations croisées entre équipes. Le développement méthodologique en lipidomique, spectroscopie et imagerie vibrationnelles y est essentiel pour répondre à des questions fondamentales (liens entre lipides et athérosclérose, transfert de molécules au travers de l'épiderme), assurer un transfert vers l'hôpital de méthodes analytiques performantes et développer des applications pharmaceutiques (administration de médicaments par voie topique) et cosmétiques.

Appréciation sur les ressources de l'unité

L'unité bénéficie régulièrement de contrats industriels ayant représenté jusqu'à 50~60 % de ses ressources propres. Ses ressources ont permis de couvrir le fonctionnement courant et le co-financement de huit doctorants et CDD. L'unité a pu recruter deux permanents, ce qui devrait lui permettre de pérenniser son expertise. Elle n'a toutefois obtenu qu'un nombre limité de financements publics sur projets (ANR Spec-LCOCT et ParasiDES en tant que partenaire).

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Malgré l'absence d'une politique particulière de gestion des ressources humaines, l'unité a veillé à la promotion de ses personnels techniques (grade et préparation de thèses en sciences). Elle répond aux critères de formation en Hygiène/Sécurité et traitement/élimination des déchets.

Les questions relatives à l'éthique, la violence aux personnes et la discrimination sont traitées selon les actions de l'université Paris-Saclay et des écoles doctorales. L'unité encourage ses membres à participer à des congrès scientifiques.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité développe et utilise des méthodologies de pointe en chimie analytique, en lipidomique par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse (HPLC-MS) et séparation en phase normale des classes de lipides et analyse par MS de la composition en acides gras. De même, pour l'imagerie de tissus biologiques, elle a mis au point la spectroscopie vibrationnelle de diffusion Raman et d'absorption infrarouge à transformée de Fourier et en chimiométrie. Ces différentes techniques se révèlent complémentaires pour étudier le rôle des lipides et leur organisation dans le cadre de problématiques ciblées que sont l'athérosclérose et les interactions avec la peau.

Le développement et la validation de méthodes plus sensibles permettent de rechercher des traces de médicaments cytotoxiques dans l'environnement hospitalier (chromatographie à interaction hydrophile couplée à la MS), de suivre des nano-objets en vectorisation topique, d'identifier de nouvelles céramides dans le stratum corneum et de quantifier des eicosanoïdes liés à l'efflux de cholestérol.

L'imagerie par micro-spectroscopie FTIR et des mesures en réflexion permettent d'étudier des modèles de membranes lipidiques et des lignées cancéreuses (rétinoblastome) et les interactions de photosensibilisateurs utilisés en photothérapie dynamique. Un développement notable est celui de la Spectroscopie Raman Exaltée de Surface (SERS) couplée à des approches chimiométriques pour la détection de molécules thérapeutiques utilisées en cancérologie.

Points faibles et risques liés au contexte

Il s'agit d'une activité très dépendante de l'instrumentation, de sa maintenance et de sa mise à niveau et, de fait, nécessite la pérennité du personnel technique. La lipidomique utilisant des techniques originales de couplage entre chromatographie et spectrométrie de masse haute résolution (LC-HRMS et SFC-IM-HRMS) n'est pas interne à l'unité. L'accès à ces technologies est assuré grâce à l'implication de l'unité dans la plateforme Samm, mais le personnel consacré à cette activité est limité.

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 bénéficie régulièrement de contrats industriels (LVMH, Clarins, Pierre Fabre, Horiba, Obegi chemicals, Silab, Nestlé skin health) qui constituent environ la moitié de son financement propre et s'élève à environ 110 k€ pour un budget global de 160 k€ par an. Ce type de ressources témoigne d'un intérêt industriel certain pour le développement méthodologique et sa validation.

Deux personnels (un maître de conférences et un assistant hospitalo-universitaire) ont été recrutés durant la période, ce qui va permettre à l'unité de pérenniser son expertise sur les aspects méthodologiques concernant la spectroscopie Raman Exaltée de Surface (SERS) et le couplage de la chromatographie avec la spectrométrie de masse haute résolution.

Points faibles et risques liés au contexte

L'unité perçoit comme points faibles son statut d'équipe d'accueil pour répondre aux appels d'offres notamment du PIA de l'université Paris-Saclay qui leur semblent souvent inadaptés aux projets de dimension intermédiaire qu'elle développe.

La pérennité de la thématique lipidomique repose sur un personnel technique en nombre limité.

L'unité n'a bénéficié que de deux projets financés par l'ANR durant la période de référence (projet Spec-LCOCT et ParasiDES) en tant que partenaire. Il n'y a pas eu de projet ANR en tant que porteur.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Le comité note la création de bases de données « Virtual Research Environment (VRE) » et « Data Acquisition for Analytical Platform (DAAP) » reliant le cahier de laboratoire aux données d'acquisition, offrant la possibilité d'interroger des données similaires sur le web, et permettant ainsi le traitement chimiométrique des données.

La politique de promotion des personnels au sein de l'unité est positive avec trois personnels d'appui à la recherche promus et le recrutement d'un maître de conférences universitaire (MCU) et d'un assistant hospitalo-universitaire durant la période. La formation par la recherche s'est concrétisée par la soutenance de douze thèses.

Points faibles et risques liés au contexte

Les nombreux départs de personnels hospitalo-universitaires (deux départs à la retraite et quatre réaffectations) ont fortement fragilisé l'unité, et notamment l'équipe 1.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

L'unité a montré une bonne attractivité avec le recrutement d'un maître de conférences dont les activités de recherche sont en lien avec la lipidomique des cancers cutanés et le nouvel axe porteur « Innovations analytiques pour des molécules à visée diagnostique et thérapeutique ». Ces thématiques devraient susciter des collaborations académiques et industrielles grâce à ses modèles cutanés et leur étude par spectroscopie et imagerie.

L'unité est attractive au niveau des collaborations industrielles, qui lui permettent d'assurer près de la moitié de son financement, mais manque de succès aux demandes de financement européens.

- 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'inscription dans l'espace européen de la recherche se traduit par deux collaborations avec l'université de Liège (laboratoire de chimie analytique pharmaceutique) et l'universita di Roma La Sapienza (Dipartimento di Chimica), la participation à un consortium européen « Applications of Raman spectroscopy for actives characterization and follow-up in dermatology and cosmetic scienc (2019-2022) », l'intervention de collègues européens dans le cadre du master « Recherche et développement en stratégies analytiques » de l'université Paris-Saclay, et le montage d'un projet Horizon (MSCA-2022-DN-01-01) porté par l'université de Tübingen, mais non retenu. L'unité accueille régulièrement des chercheurs invités (programme PHC Cèdre avec le Liban).

L'unité accompagne l'installation des chercheurs et enseignants-chercheurs par un complément au soutien financier de l'université Paris-Saclay. Le nombre de financements doctoraux rapporté à la taille de l'unité est remarquable, avec quatre allocations de thèse du MESRI de l'ED 2MIB, un co-financement Idex, et trois financements sur contrats industriels. Plusieurs anciens doctorants ont trouvé un emploi dans des entreprises ayant collaboré avec l'unité (par ex. Silab). L'unité a mis en place un fort accompagnement des personnels d'appui à la recherche, qui s'est traduit par trois promotions et deux réalisations de thèses par ceux-ci. De plus, les personnels non-permanents ont pu être recrutés en CDI dans diverses sociétés (3) et sur des postes académiques (3).

L'unité a obtenu quelques financements sur appels d'offres compétitifs nationaux comme porteur (Plan France relance COP-Cutanée, fondation Silab - Jean Paufigue) et partenaire (projets ANR Spec-LCOCT et ParasiDES), ou sur appels d'offres de l'université Paris-Saclay. Associée à la plateforme universitaire Samm de l'UMS Ipsit, elle a porté et obtenu un projet Sesame « lCaRe –SmaCS » pour le financement d'équipement en spectrométrie de masse (1,4 M€).

L'équipe 2 s'est montrée attractive avec le recrutement d'un maître de conférences dont les activités de recherche se focalisent sur la lipidomique des cancers cutanés (travail sur biopsies et sur des modèles de peau reconstruite).

Le développement de l'axe « Innovations analytiques pour des molécules à visée diagnostique et thérapeutique » s'inscrit logiquement dans le développement de l'expertise du laboratoire. Il permet, en particulier, l'étude de la photothérapie dynamique du cancer qui consiste à l'administration d'un photosensibilisateur suivie d'une destruction de la zone tumorale par illumination. Cet axe constitue un nouveau facteur d'attractivité pour des collaborations académiques et industrielles.

L'équipe 2 a créé une plateforme de spectroscopie vibrationnelle remarquable, très bien équipée en spectromètres et micro-spectromètres imageurs Raman et FTIR ainsi qu'en spectrométrie Raman in vivo, le tout complété par une salle de culture cellulaire, un parc d'HPLC, divers spectrophotomètres et un accès privilégié à la plateforme universitaire Samm qui gère les équipements de spectrométrie de masse haute résolution.

Les modèles cutanés développés et la complémentarité des approches analytiques (lipidomique, spectroscopie, imagerie et chimiométrie) constituent un environnement très attractif pour qui s'intéresse à la physiologie cutanée et à l'administration topique de médicaments ou de cosmétiques.

L'expertise de l'unité en chimie analytique quantitative et lipidomique se concrétise également par diverses collaborations locales dans la région parisienne (Irba, Micalis, I2BC, IGPS) incluant des co-encadrements de doctorants.

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

Le comité a noté l'absence de succès aux demandes de financement européens.

Le statut d'équipe d'accueil de l'unité au sein de l'université Paris-Saclay n'est pas favorable à l'accueil de chercheurs des organismes de recherche nationaux.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La publication d'articles dans des revues internationales est globalement très honorable avec plus de 90 % de la production classée dans de bons journaux des domaines scientifiques de l'unité. Les doctorants et les personnels d'appui à la recherche y sont bien associés. La participation à des congrès sous forme de présentations orales ou posters est bonne. On note deux séminaires invités mais pas de conférence invitée, plénière ou d'ouverture.

Le comité note une plus forte productivité de l'équipe 2 par rapport à l'équipe 1.

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

Le comité a noté un leadership des trois responsables d'axes de l'équipe 2 qui signent 27 % des publications en derniers auteurs et co-signent de nombreux articles. Une grande partie des publications reflète des collaborations auxquelles l'unité apporte son expertise/service analytique, ce qui est un signe d'ouverture.

La plupart des 87 publications sont dans de bons journaux spécialisés et reconnus tels que Talanta, J. Biophotonics, Anal. Bioanal. Chem., Eur. J. Dermatol., Analyst, etc.

Les travaux impliquant la participation de volontaires sont réalisés en accord avec les déclarations d'Helsinki et la réglementation européenne. Lorsque cela est requis, les études sont validées par un comité de protection de personnes (CPP).

Le comité salue les efforts dans le domaine de la science ouverte, que ce soit par l'utilisation de Hal ou le développement du logiciel Vrac permettant de rendre les données réutilisables.

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

Il y a une moindre productivité de l'équipe 1 avec 22 publications scientifiques, dont seulement sept portées par l'équipe.

Une grande partie de ces publications est issue de collaborations, ce qui peut être perçu comme un manque de leadership au niveau des travaux de recherche.

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'implication sociétale est liée au fait que les personnels enseignants-chercheurs (10) et hospitalo-universitaires (4) de cette unité développent des recherches dans le domaine de la santé (cancer cutané, athérosclérose) et la prévention des risques (effet de la lumière sur la peau, recherche de molécules cytotoxiques dans l'environnement, effet des acides gras polyinsaturés sur le métabolisme).

Leurs approches méthodologiques sont attractives dans le domaine pharmaceutique (voie topique), en cosmétique (protection de la peau) et en toxicologie, ce qui se traduit par de nombreuses collaborations industrielles.

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

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

Les travaux de l'unité s'appuient sur de nombreuses collaborations industrielles (six durant la période de référence) et des prestations de services (trois au total) avec des entreprises du domaine de la cosmétique et de l'instrumentation scientifique (Clarins (290 k€), Galderma, Pierre Fabre, Horiba, Obegi chemicals, Silab, Nestlé skin health). Ces collaborations ont permis le financement de plusieurs thèses de doctorat et de post-doctorats.

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

L'absence de brevet pourrait être perçue comme un point faible mais cela s'explique par la nature des collaborations basées sur une expertise technique. Celles concernant le développement d'instruments/prototypes sont basées sur des brevets anciens.

La communication vers le grand public est limitée.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

Crée en 2015-2019, cette unité était initialement constituée de trois équipes. Lors du contrat quinquennal 2020-2025, elle aurait souhaité être rattachée à l'institut de Chimie Physique et rejoindre le département Médicaments et Technologies pour la Santé (DMTS) du CEA, ce qui n'a pas été possible. Une de ses équipes, le Leitam, a cependant rejoint ce laboratoire.

En 2022, l'unité a suivi le déménagement de la faculté de pharmacie de Châtenay-Malabry sur le campus Paris-Saclay à Orsay, où sont rassemblés la recherche et l'enseignement de l'UFR Pharmacie. Elle propose aujourd'hui de s'allier au laboratoire « Matériaux et Sant (MS) » pour créer la nouvelle unité « SIA3M (Stratégies d'investigations analytiques : Médicaments, bioMatériaux, tissus et Matrices biologiques) ». Il y a une logique claire à ce regroupement qui devrait permettre une complémentarité et de nouvelles interactions entre équipes. Les orientations nouvelles engagées par l'équipe 2, telles que l'analyse pharmaceutique des anticancéreux par spectroscopie Raman exaltée (SERS), devraient y trouver un environnement propice à leur développement.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Le comité recommande de mener une réflexion sur la mutualisation des moyens et notamment la mise en commun des personnels d'appui à la recherche dans la future unité.

Le comité encourage également la nouvelle unité à organiser des séminaires réguliers pour favoriser les interactions scientifiques entre les diverses thématiques.

Afin d'accroître ses ressources ainsi que sa visibilité, le comité incite l'unité à répondre à des appels d'offres nationaux (par ex. ANR) en tant que porteur.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Le comité recommande aux membres de l'unité de poursuivre leurs interactions avec des industriels et de développer leurs réseaux de collaborations nationales et internationales.

L'expertise du laboratoire relative à la barrière cutanée et ses méthodes d'investigation pourrait être élargie à d'autres domaines, en particulier celui des plantes et de leur traitement phytosanitaire.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

Afin de gagner en visibilité, le comité recommande aux membres de l'unité de publier leurs résultats dans des journaux moins spécialisés et de plus large audience.

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

Le comité recommande de poursuivre les relations avec les industriels et d'accroître l'implication des personnels dans des actions visant le grand public.

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

Équipe 1 : Athérosclérose et macrophage : impact des phospholipides et des fonctions mitochondriales sur le trafic et l'efflux du cholestérol cellulaire

Nom de la responsable : Mme Natalie Fournier

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe étudie les mécanismes biochimiques et moléculaires de l'athérosclérose, avec un accent particulier sur le processus d'efflux du cholestérol cellulaire. Cela implique l'examen de l'impact des acides gras polyinsaturés sur l'homéostasie du cholestérol des macrophages humains, mais aussi du rôle du transporteur protéique ABCA1.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a répondu en partie aux recommandations de la précédente évaluation.

Des efforts notables ont été réalisés pour développer les interactions avec l'équipe 2 par un travail sur l'athérosclérose qui a conduit à cinq publications communes (sur 87 au total pour l'unité).

Par ailleurs, l'équipe a doublé son nombre d'articles en tant que principal investigateur (sept articles en dernier auteur, contre trois lors du précédent contrat quinquennal) et a amélioré son taux d'encadrement doctoral en assurant la soutenance de la thèse de deux étudiants en 2022-2023. Un comité de pilotage de l'unité dans lequel l'équipe 1 est représentée a aussi été mis en place.

Néanmoins, le rayonnement de l'équipe à l'international n'a pas vraiment évolué ces cinq dernières années, et demeure très limité.

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

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

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe a su développer des interactions avec la seconde équipe de l'unité et maintenir une production scientifique honorable, bien que répartie de manière inégale entre les personnels permanents. Elle n'a cependant pas réussi à améliorer de manière notable sa visibilité nationale et internationale, notamment du fait d'un investissement limité pour répondre à des appels à projets de recherche, qui auraient permis de développer son réseau de collaborations. Par ailleurs, elle s'est retrouvée confrontée à de nombreux départs qui ont obéré toute évolution positive sur le sujet à court terme.

Points forts et possibilités liées au contexte

Deux travaux de l'équipe méritent une attention particulière. Dans un premier article, l'équipe a démontré qu'un acide gras polyinsaturé, l'acide eicosapentaénoïque (EPA), stimule l'efflux de cholestérol dépendant de la protéine ABCA1 dans les macrophages THP-1, largement utilisés dans son domaine de recherche. Ceci a permis de lier les résultats obtenus *in vitro* aux avantages observés dans les études cliniques (Biochim. Biophys. Acta Mol. Cell Biol. Lipids 2021). Dans un second article, l'utilisation de la spectroscopie Raman en collaboration avec l'équipe 2 a révélé que l'EPA modifie la composition en triglycérides de gouttelettes lipidiques dans les macrophages THP-1, ralentissant ainsi l'hydrolyse des esters de cholestérol, avec des implications potentielles pour la prévention des maladies cardiovasculaires (Talanta, 2023).

De manière plus générale, la production scientifique globale de l'équipe est satisfaisante d'un point de vue qualitatif, avec une majorité des publications dans des journaux spécialisés reconnus (Biochim. Biophys. Acta Mol. Cell Biol. Lipids, Sci. Rep., J. Lipid Res., etc.). Il est important de souligner que tous les membres permanents et doctorants ont participé à ces publications durant la période. Le comité note également une participation des étudiants en M2, doctorants ou postdoctorants à des congrès nationaux et internationaux (86th EAS Congress, 16^{ème} congrès de la Nouvelle Société Francophone d'Athérosclérose, etc.) sous la forme de communications orales et de posters.

Points faibles et risques liés au contexte

Le point le plus marquant, et extrêmement fragilisant, de l'équipe est lié à la forte baisse des effectifs permanents en 2023. Six membres enseignants-chercheurs hospitalo-universitaires ont quitté l'équipe suite à la restructuration de la biochimie à l'UFR Pharmacie de l'université Paris-Saclay et à deux départs à la retraite, conduisant ainsi l'équipe actuelle à ne compter plus que deux enseignants-chercheurs hospitalo-universitaires.

D'autre part, l'activité scientifique est financée exclusivement au travers de dotations récurrentes. Il n'y a pas de contrats nationaux de type ANR, ni de contrats financés dans le cadre du PIA.

Le comité note également l'absence d'indices de reconnaissance avérée.

En outre, seulement 36 % des articles publiés sont portés par un membre de l'équipe (auteur correspondant) démontrant un faible leadership sur les travaux.

Le comité a aussi noté une forte hétérogénéité au niveau de la production scientifique au sein de l'équipe (par exemple, quatre membres ont publié moins d'un article par an). Au niveau quantitatif, cette production scientifique totalisant 22 publications reste relativement modeste au regard des effectifs de l'équipe, même si ceux-ci ont été fortement amputés avant la fin du contrat quinquennal.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

À l'horizon 2025, les derniers membres permanents de l'équipe auront rejoint l'UMR-S 1180 Inserm (Signalisation et Physiopathologie Cardiovasculaire) ou l'UMR 996 Inserm (Inflammation, Microbiome et Immuno-surveillance), ce qui devrait permettre de redynamiser leur activité scientifique. Cette évolution est cohérente dans la mesure où la taille critique atteinte par l'équipe ne permettrait pas le développement d'une activité scientifique au sein de l'unité actuelle capable de pallier leurs faiblesses.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Étant donné la redistribution locale de la totalité des effectifs de l'équipe dans d'autres unités, discussions entamées au cours du contrat quinquennal et devant être achevées à l'horizon 2025, aucune recommandation spécifique n'est formulée.

Équipe 2 : Chimie Analytique Pharmaceutique

Nom des responsables : M. Pierre Chaminade / M. Ali Tfayli

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe est organisée autour de trois axes thématiques : (1) Lipidomique qui concerne la mise au point d'outils, de concepts et de méthodes (techniques séparatives couplées à la spectrométrie de masse) pour l'analyse de lipides ; (2) Méthodologies d'investigation cutanée qui vise l'étude de la barrière cutanée et des peaux reconstruites par des techniques vibrationnelles, séparatives et d'imagerie hyper-spectrale ; et (3) Innovations analytiques pour des molécules à visée diagnostique et thérapeutique avec pour objectif notamment l'analyse pharmaceutique des anticancéreux par des techniques comme la Spectroscopie Raman Exaltée de Surface (SERS pour Surface-Enhanced Raman Spectroscopy).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations de la précédente évaluation ont été partiellement prises en compte.

Des efforts ont été réalisés pour augmenter l'ouverture à l'international avec, notamment, des collaborations établies avec l'université Saint-Joseph de Beyrouth (obtention de deux contrats PHC Cèdre avec le Liban) et le laboratoire de chimie analytique pharmaceutique de l'université de Liège (Belgique), la participation à un consortium européen sur les applications de la spectroscopie appliquée à la dermatologie et la cosmétique (Applications of Raman spectroscopy for active characterization and follow-up in dermatology and cosmetic science), la participation à l'organisation de cinq conférences internationales en France (Orsay, Reims, Tours, etc.), la participation à des congrès internationaux (19 communications orales et 27 posters) et la co-responsabilité d'un master international de l'université Paris-Saclay (master « Development of Drugs and Health Products (D2HP) »).

Le projet de l'unité de rejoindre le Département Médicaments et Technologies pour la Santé (DMTS) du CEA n'a pas pu aboutir du fait de la politique interne au DMTS.

Concernant la limitation et le recentrage des activités, l'analyse cutanée et la lipidomique apparaissent clairement comme des axes interdisciplinaires forts. L'émergence de l'axe thématique « innovation analytique » avec le développement de la spectroscopie SERS représente une approche complémentaire aux méthodologies existantes.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	9
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	12
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	16

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe a une bonne expertise sur des développements méthodologiques et le traitement des données par chimométrie, notamment l'association de techniques vibrationnelles (imagerie Raman, SERS, microscopie IR) et séparatives (LC-MS), en particulier pour étudier la physiologie cutanée et sa barrière lipidique, ou rechercher des traces de médicaments présentant des risques professionnels en milieu hospitalier.

L'équipe a de nombreuses collaborations en particulier avec des industriels (par ex. Clarins) et quelques-unes à l'étranger (Belgique, Liban).

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est reconnue pour ses compétences complémentaires en lipidomique (LC-MS, Imagerie vibrationnelle Raman et FTIR avec chimométrie) et en innovations analytiques notamment pour la physiologie cutanée (organisation et structure de la barrière lipidique, interactions photosensibilisateurs avec les membranes lipidiques).

Les résultats marquants sont : (1) la caractérisation approfondie de deux nouvelles sous-classes de céramides dans le stratum corneum (Analyst, 2021) ; (2) l'imagerie Raman couplée à l'analyse chimométrique des compartiments cellulaires, dont les gouttelettes lipidiques, et le rôle de l'EPA dans leur formation (Analyst 2021 ; J. Biophotonics 2021) ; et (3) les analyses lipidomiques HRMS pour la mesure de la distribution des acides gras dans les classes de lipides et des eicosanoïdes (Anal. Chim. Acta 2021). Un développement notable concerne la Spectroscopie Raman Exaltée de Surface (SERS pour Surface-Enhanced Raman Spectroscopy) pour la détection de molécules thérapeutiques à faibles concentrations (Spectroc. Acta Pt. A-Molec. Biomolec. Spectr. 2022).

Il y a clairement une cohérence thématique et méthodologique, en lien avec la médecine et le médicament grâce aux sujets de recherche, à l'activité hospitalière et aux collaborations avec des entreprises du médicament ou de l'instrumentation.

L'équipe bénéficie d'un certain nombre de financements institutionnels avec deux projets financés par l'ANR (ANR Spec-LCOCT (79 k€), France Relance, ANR ParasiDES) comme partenaire, un projet équipex (12 k€) et un projet idex (AAP Healthi, 4 k€).

La production scientifique globale de l'équipe est satisfaisante d'un point de vue qualitatif, avec une majorité des publications dans des journaux reconnus de la discipline (Talanta, Anal. Bioanal. Chem., Eur. J. Dermatol., etc.). Tous les membres permanents et doctorants ont publié durant la période. Le comité a aussi noté une participation notoire des étudiants en master, doctorants ou postdoctorants à des congrès sous la forme de communications orales et/ou posters.

L'équipe se caractérise par de fortes relations industrielles avec six contrats de collaborations (qui ont permis de financer trois thèses) et trois prestations de service obtenus durant la période notamment avec la société Clarins (montant total de 290 k€).

Points faibles et risques liés au contexte

Les personnels de l'unité ressentent un handicap pour répondre aux appels d'offres, notamment du PIA de l'université Paris-Saclay qui leur semblent souvent inadaptés aux projets de dimension intermédiaire qu'ils développent.

Certains membres de l'équipe sont très pris par des tâches d'enseignement, ce qui pourrait être préjudiciable au développement de l'activité de recherche et au management de l'équipe.

Malgré des efforts, le taux de financements au niveau national ou européen reste modeste.

L'équipe ne contribue pas à la diffusion des connaissances vers le grand public.

Dans la perspective de la nouvelle unité SIA3M, cette équipe apparaît comme sous-dotée en personnels d'appui à la recherche vu l'importance de la lipidomique dans la plupart des projets.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe est calquée sur celle de l'unité actuelle. Créée en 2015-2019, elle aurait souhaité lors du contrat quinquennal 2020-2025 être rattachée à l'institut de Chimie Physique et rejoindre le département Médicaments et Technologies pour la Santé (DMTS) du CEA, ce qui n'a pas été possible. En 2022, l'équipe a suivi le déménagement de son unité de la faculté de pharmacie de Châtenay-Malabry sur le campus Paris-Saclay à Orsay, où sont rassemblés la recherche et l'enseignement de l'UFR Pharmacie. Elle constitue aujourd'hui l'entité qui va s'associer au laboratoire « Matériaux et Santé (MS) » pour créer la nouvelle unité SIA3M (Stratégies d'investigations analytiques : Médicaments, bioMatériaux, tissus et Matrices biologiques). Il y a une logique claire à ce regroupement qui devrait permettre une complémentarité et de nouvelles interactions entre équipes. La chimie analytique pharmaceutique avec l'analyse lipidomique et les modèles de barrière cutanée, ainsi que les nouvelles orientations récentes de l'équipe vers l'analyse pharmaceutique des anticancéreux par spectroscopie Raman exaltée (SERS) devraient y trouver un environnement propice à leur développement.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage l'équipe à poursuivre ses axes de recherches et le développement de méthodes analytiques utiles pour la recherche en santé et l'activité hospitalière ainsi que ses collaborations et prestations industrielles qui sont une force du laboratoire.

Le comité recommande aux personnels de publier leurs résultats dans des revues plus généralistes pour accentuer la reconnaissance dans une communauté plus large.

Les ressources en personnel consacré à la lipidomique sont limitées par rapport aux autres thématiques affichées par la future unité SIA3M. Il faudra veiller à maintenir un appui à cette expertise.

Afin de soutenir l'interaction avec les industriels, le comité suggère de développer la formation continue vers les industriels.

Une implication dans les Pharmacopées pourrait aussi permettre une reconnaissance plus large des méthodes développées par le laboratoire.

L'équipe devra s'impliquer plus fortement dans la diffusion de la science auprès du grand public.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATE

Début : 12 décembre 2024 à 8h30

Fin : 12 décembre 2024 à 17h30

Entretiens réalisés en distanciel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

08:30	08:45	Mise en place du lien visioconférence public
08:45	09:00	Présentation du comité Hcéres
09:00	09:20	Présentation du bilan de l'unité (20 min)
09:20	09:50	Questions à la direction d'unité (30 min)
09:50	10:05	Pause (15 min)
10:05	10:20	Présentation du bilan de l'équipe « Athérosclérose et Macrophage » (15 min)
10:20	10:35	Questions (15 min)
10:35	11:05	Présentation du bilan de l'équipe « Chimie Analytique Pharmaceutique » (30 min)
11:05	11:25	Questions (20 min)
11:25	11:45	Présentation de la trajectoire de l'unité et fusion avec unité MS (20 min)
11:45	12:00	Questions (15 min)
12:00	13:30	Pause repas
13:30	14:00	Entretien à huis clos avec les doctorants et post-doctorants (30 min)
14:00	14:30	Entretien à huis clos avec les personnels d'appui à la recherche (30 min)
14:30	15:00	Entretien à huis clos avec les chercheurs et enseignants-chercheurs (30 min)
15:00	15:30	Réunion à huis clos du comité d'experts et conseiller scientifique du Hcéres
15:30	16:00	Réunion avec les tutelles (30 min)
16:00	16:30	Entretien avec la direction de l'unité (30 min)
16:30	17:30	Réunion à huis clos du comité d'experts et conseiller scientifique du Hcéres

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

La tutelle, Université Paris-Saclay, n'émet pas de réponse institutionnelle de type « Observations de portée générale ».

Pierre Chaminade
Professeur des Universités
Directeur de l'Unité Paris-Saclay Lip(Sys)²
Tel : 01 80 00 61 96
Pierre.Chaminade@Universite-Paris-Saclay.fr

Orsay, le 7 février 2025

Secrétariat : Madeleine Kayou
Tel : 01 80 00 62 08
Madeleine.Kayou@Universite-Paris-Saclay.fr

Objet : Demande de corrections des erreurs factuelles – Pré-Rapport d'évaluation unité Lip(Sys)²

Madame, Monsieur,

Tout d'abord, mes collègues et moi-même souhaitons remercier notre correspondant Hcéres et le comité d'évaluation pour la qualité de nos échanges, le temps qu'ils ont consacré et le rapport détaillé qu'ils nous ont adressé.

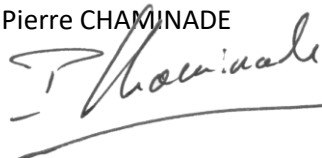
Nous sommes en accord avec les conclusions et recommandations de ce rapport d'évaluation toutefois, nous souhaiterions que des points de détail soient modifiés dans le pré-rapport :

- 1/ en page 12, l'effectif de l'unité n'est pas constitué exclusivement d'hospitalo-universitaires mais de 10 enseignants-chercheurs et 4 hospitalo-universitaires ;
- 2/ en page 19, l'équipe comprend, outre ses 12 enseignants chercheurs et/ou hospitalo-universitaires correctement listés, 3 personnels d'appui à la recherche qui ne sont pas indiqués dans le tableau des effectifs au 31/12/23 et qui seront présents dans la future unité SIA3M.

Avec nos meilleures salutations,

Le Directeur de Lip(Sys)²

Pierre CHAMINADE



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

