

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LSO - Laboratoire de synthèse organique

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

École polytechnique / Institut Polytechnique de Paris - EC Polytechnique

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

Centre national de la recherche scientifique - CNRS

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E

Rapport publié le 10/04/2025



Au nom du comité d'experts :

Jacques Lebreton, 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. Jacques Lebreton, université Bretagne Loire - UBL

Experts : M. Philippe Peixoto, CNRS Talence (représentant du CoNRS)
Mme Florence Popowycz, Insa Lyon

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Henri Cramail

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

Mme Jeanne Crassous, CNRS
M. Thomas Loiseleux, Ensta
Mme Sandrine Sagan, CNRS
M. Kees Van der Beek, EC Polytechnique

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire de Synthèse Organique
- Acronyme : LSO
- Label et numéro : UMR 7652
- Nombre d'équipes : 2 équipes
- Composition de l'équipe de direction : M. Laurent El Kaim (directeur) / M. Yvan Six (directeur adjoint)

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies
ST4 Chimie

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le LSO est structuré en deux équipes intitulées « Nouvelles Méthodes en Synthèse Organique » (NMOS) et « Chimie Synthétique et Interfaces Biologiques » (SCBI) dans lesquelles les six membres permanents sont répartis de façon parfaitement équilibrée. Les recherches abordées par l'équipe NMOS correspondent aux thématiques historiques du LSO et visent la mise au point de méthodologies originales et sélectives, en utilisant des espèces hautement réactives (intermédiaires radicalaires, complexes de titane de basse valence, cations oxyallyle, en particulier). Cette équipe s'intéresse aussi aux méthodologies d'activation C-H et réactions de réarrangements pour la préparation de structures carbonées complexes de façon rapide. L'équipe SCBI développe des programmes en synthèse multi-étapes de composés naturels, basés sur des approches biomimétiques pour certaines. Des programmes à l'interface avec le vivant concernent le développement de méthodologies (fonctionnalisation C-H, réactions multicomposants et tandem) permettant de générer rapidement et efficacement de la diversité structurale et des outils moléculaires pour la biologie.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le Laboratoire de Synthèse Organique (LSO), créé en 2000 et associé au CNRS (UMR 7652), est localisé sur les deux sites de l'école Polytechnique (Route de Saclay, Palaiseau) et de l'Ensta (École nationale supérieure de techniques avancées, boulevard des Maréchaux, Palaiseau). Une des deux équipes qui compose cette unité est localisée sur le seul site de l'école Polytechnique. L'unité est membre du département de Chimie de l'école Polytechnique et du département de Chimie et Génie Chimique de l'institut Polytechnique de Paris (créé en 2019).

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Suite au départ de l'école Polytechnique de l'université Paris-Saclay, l'institut Polytechnique de Paris a été créé, avec quatre autres écoles d'ingénieurs : l'Ensta Paris, Télécom Paris, Télécom Sud Paris et l'Ensa. Compte tenu de sa double implantation, le LSO est intégré au département de Chimie de l'École Polytechnique, avec trois autres unités, le Laboratoire de Chimie Moléculaire, LCM, UMR 9168), le laboratoire Physique de la Matière Condensée, PCM, UMR 7643) et le Laboratoire Physique des Interfaces et des Couches Minces, LPICM, UMR 7647. Ce département coordonne l'enseignement de la chimie à l'école Polytechnique. Sur le site de l'Ensta, le LSO est intégré à l'Unité Chimie et Procédés (UCP) qui est une des six unités de recherche de cette école. Cet environnement au niveau des deux sites est propice aux échanges scientifiques et à la mise en place d'actions de recherche inter-unités. L'accès à des plateaux techniques (cristallographie, HRMS, etc.) facilite également le quotidien des membres du LSO. Au-delà du périmètre de ce département de chimie, l'école Polytechnique accueille d'autres entités qui enrichissent les possibilités de collaborations, notamment aux interfaces avec la biologie (Laboratoire de Biochimie (Bioc, UMR 7654)).

Le départ en 2019 de l'Ensta Paris et de l'école Polytechnique de l'environnement bien structuré de la chimie de l'université Paris-Saclay, tant au niveau de l'enseignement (M2 Mochi master partagé) que de la recherche avec ses dispositifs de financements (Labex Charm3at jusqu'en 2022) a été un moment délicat pour le LSO. La création de l'IP Paris, a été accueillie avec appréhension par les chimistes et biologistes de l'école Polytechnique, compte tenu d'un environnement scientifique repositionné vers les sciences des données, les mathématiques et d'autres domaines non expérimentaux. La création de dix départements IP Paris, dont un en chimie, et la mise en place de stratégies des centres interdisciplinaires IP Paris a été une opportunité pour le LSO, et plus largement pour le département de chimie. Cette dynamique a permis la mise en place de dispositifs très efficaces pour fédérer l'ensemble des chercheurs sur des sujets sociétaux spécifiques et obtenir des soutiens financiers tant auprès de l'industrie qu'à travers des programmes nationaux. La chimie est désormais bien positionnée au sein de quatre des six centres interdisciplinaires IP Paris. L'E4C (Énergie pour le Climat), le Cieds (Sécurité et Défense) pour lequel la chimie a postulé avec succès à différents appels, le plus récent E4H (ingénierie pour la santé) et M4S (Matériaux pour la Société) ont affiché des thèmes de recherche qui représenteront des opportunités importantes pour les

chimistes d'IP Paris. Compte tenu de ses axes thématiques, le LSO se positionne au niveau des centres interdisciplinaires Cieds, M4S et E4H. Bien que les sujets d'intérêt dans le domaine de la défense soient au centre des préoccupations du Cieds (budget de 10 M€ par an), le LSO a obtenu en 2022, un financement de 680 k€ sur un projet (fonctionnalisation de textiles avec des molécules hydrophobes et oléophobes) en collaboration avec des chimistes des matériaux de l'unité PMC.

Il est clair que si la chimie n'est pas au cœur de la stratégie proposée par la nouvelle structure IP Paris, le positionnement des sciences des matériaux et de la santé reste une opportunité pour le LSO dans le cadre de collaborations aux interfaces de la chimie. Ce nouvel environnement a permis la création d'une plateforme RMN, l'achat d'un nouvel appareil RMN 600 MHz avec un soutien financier de la région Île-de-France et du CNRS à travers un poste d'ingénieur d'études (IE) partagé entre le LSO et le LCM.

Enfin et de façon générale, les permanents du LSO sont fortement impliqués à différents niveaux dans les enseignements à l'école Polytechnique (2^{ème} et 3^{ème} années, et M1 « Chimie aux Frontières », cours de M2 et projets expérimentaux, coordinateur en 2^{ème} année des « Projets Scientifiques Collectifs »), à l'université Paris-Saclay (coordination de formation M2 (« Chimie Moléculaire et Interfaces » (Mochi) de 2016 à 2023)) et à l'université de Côte d'Azur (cours de M2).

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche	2
Sous-total personnels permanents en activité	7
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	14
Sous-total personnels non permanents en activité	17
Total personnels	24

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
CNRS	0	4	0
Ensta Paristech	1	0	1
EC Polytechnique	0	0	1
Total personnels	1	4	2

AVIS GLOBAL

La production scientifique du LSO est excellente quantitativement, avec 107 articles pour six membres permanents et qualitativement, comme illustrée par des publications dans les revues de premier plan en chimie organique (Angewandte Chemie Int. Ed. (8), Chemistry-A European Journal (6), Organic Letters (21)). Les membres du LSO y figurent en premier ou dernier auteur, ou en tant qu'auteur correspondant et un tiers des articles sont co-signés dans le cadre de collaborations internationales (Angleterre (5), Allemagne (5), Chine (4), Canada (3)). Des membres du LSO sont des leaders très visibles à l'échelle internationale dans les domaines de la synthèse multi-composante, de la chimie radicalaire, et de la synthèse totale, contribuant au rayonnement

de l'unité.

L'équipe NMOS, forte de trois chercheurs à différents stades de leur carrière, est très dynamique avec un total de 53 publications au cours de la période, quinze soutenances de thèse et une soutenance d'HDR. La réussite aux appels d'offres nationaux (7) et européens (1) au cours de la période d'évaluation est impressionnante, et à corréler avec la petite taille de l'équipe. Le développement de nouvelles méthodologies de synthèse impliquant des espèces chimiques très réactives (Angewandte Chemie Int. Ed. 2022, Organic Letters 2023) sont des faits marquants à relever tout comme l'intégration dans ses thématiques d'objectifs d'applications en matériaux (Organic Letters 2022) et en chimie pharmaceutique (ANR Ardirox). Les nombreuses invitations aux conférences internationales à fréquence régulière et les sollicitations récurrentes dans le monde entier illustrent la notoriété de la chimie développée au sein de l'équipe NMOS.

Au cours de la période, l'équipe SBCI s'est également distinguée par une production scientifique de grande qualité et par un fort investissement dans la formation par la recherche (23 doctorants au total - 15 thèses soutenues). Ces efforts ont conduit aux développements de méthodologies de synthèse originales telles que des réactions de Passerini-Smiles (Angewandte Chemie Int. Ed. 2022), du contrôle précis de la réactivité de bis-vinylcyclopropanes (Angewandte Chemie Int. Ed. 2022), ou encore de la fonctionnalisation CH de naphthalènes métallo-catalysée (Chemistry A European Journal 2019), pour l'accès à la complexité moléculaire. Ces travaux ont permis d'accéder à des squelettes moléculaires (naturels) d'intérêts avec des applications dans les domaines de la santé ou de l'agrochimie, composés qui sont aujourd'hui au cœur de trois projets de valorisation (IP-Paris, CNRS et Satt). Ces résultats scientifiques remarquables ont pu également être communiqués dans le cadre de 21 séminaires invités (9 nationaux, et 12 internationaux), ce qui démontre une notoriété incontestable de cette jeune équipe constituée majoritairement de chercheurs ayant rejoint le LSO en 2017.

Le LSO présente une réussite remarquable aux appels à projets, en particulier de type ANR avec sept programmes en cours, tous en portage. De nombreux autres financements ont aussi été obtenus au niveau international (Europe MSCA 2020 (185 k€)) et national (IP Paris Prématuration - 75 k€, CNRS - 79,5 k€, et Satt - 224 k€), conduisant à un autofinancement de l'ordre de 2,4 M€ au cours de la période de référence.

L'ensemble des permanents de cette unité ont des implications remarquables au niveau international aussi bien dans des institutions (professeur associé de l'université de Wuhan (Chine), de l'Académie hongroise des sciences et professeur invité de l'Académie polonaise des sciences) que dans des comités éditoriaux (membre du conseil consultatif de Natural Product Reports (Royal Chemical Society), rédacteur associé du Beilstein Journal of Organic Chemistry). Le comité note aussi une forte visibilité dans l'espace européen de la recherche avec diverses actions (représentant français au sein du SCF Young Network (EYCN, 2018-2019), comité de direction de l'action Cost CM1407, conseil consultatif du consortium CytoLabs (Allemagne), GDRI iNPChem). Les membres de l'unité ont organisé différents congrès (« Rencontres de Chimie Organique » (RCO 2021), colloque Produits Naturels Appliqués (2018) et participé à l'organisation d'événements (4^{ème} Conférence européenne sur les produits naturels (2021)). Les membres du LSO sont aussi fortement impliqués dans la vie institutionnelle (par exemple : vice-présidence de la recherche à l'Ensta, conseil du département de chimie de l'école Polytechnique, membre du conseil d'administration de la SCF).

Malgré des axes thématiques orientés vers la recherche fondamentale, le LSO a développé une excellente activité de valorisation, avec quatre brevets internationaux déposés et de nombreuses interactions avec le monde socio-économique (société De Sangosse, entreprise française spécialisée dans le développement de « biosolutions » pour l'agriculture), Centre Interdisciplinaire d'Études pour la Défense et la Sécurité (Cieds-fonds DGA), dont une convention Cifre (société Bayer Crop-Science).

La trajectoire du LSO reconstruit sous forme d'une unité mono-équipe bénéficie d'une stratégie claire visant des objectifs scientifiques communs dans le domaine de la chimie organique, basés sur les expertises de ses différents membres. Dans le nouveau contexte de l'institut Polytechnique de Paris, les orientations des thématiques vers trois domaines translationnels (Chimie-Santé, Développement durable et environnement, Sciences des matériaux) s'inscrivant clairement dans les enjeux sociétaux actuels sont pertinentes.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le LSO a pris en compte les recommandations de l'évaluation précédente, en particulier celles concernant la valorisation de ses travaux à travers de nouvelles applications dans la chimie des polymères, sur la fonctionnalisation des textiles (collaboration avec d'autres laboratoires d'IP Paris avec un financement Cieds), mais aussi dans le cadre d'un développement industriel (Satt Paris-Saclay - De Sangosse). Une attention particulière a été portée sur la parité homme/femme avec le recrutement de deux femmes ingénieures, salariées de l'Ensta (arrivée en 2020) et du CNRS (prévue en janvier 2025). Le LSO a aussi suivi les recommandations émises par le précédent comité en contribuant depuis 2020 à alimenter la Chimiothèque nationale. Des mesures ont aussi été prises concernant la protection des données par cryptage des données informatiques. Le LSO a maintenu ses efforts pour l'obtention de financement ERC, même si pour l'instant aucun succès n'a été enregistré.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Les objectifs scientifiques du LSO sont cohérents avec les expertises de ses membres, et sont pleinement en phase avec les enjeux sociétaux actuels (Chimie-Santé, Développement durable et environnement, Sciences des matériaux), et démontrent une volonté affichée de valoriser les aspects fondamentaux développés (méthodologies de synthèse, chimie des polymères) vers des applications à l'interface de la santé et des matériaux. L'unité s'est rapidement et parfaitement intégrée dans le nouvel environnement scientifique multidisciplinaire de l'institut Polytechnique de Paris.

Appréciation sur les ressources de l'unité

Le LSO a clairement montré, par la contribution de tous ses membres, son excellente capacité à obtenir des financements (autofinancement de l'ordre de 2,4 M€) dans le cadre d'appels d'offres (inter)nationaux très compétitifs (Europe MSCA 2020, ANR), locaux (pré-maturation/maturation (CNRS et Satt), Cieds-fonds DGA) et de collaborations industrielles (Bayer Crop-Science). Le LSO a également une politique de recrutement de chercheurs CNRS particulièrement efficace (trois chercheurs CNRS ont rejoint l'unité par mutation en 2017 et un quatrième est arrivé en 2024).

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Le comité a noté l'excellente gestion de cette unité par une équipe de direction attentive. Compte tenu de la taille de cette unité, les prises de décisions se font de façon collégiale. Le comité a aussi constaté la forte adhésion de l'ensemble du personnel au projet de l'unité. L'équipe de direction met tout en œuvre pour assurer la sécurité et le bien-être de l'ensemble du personnel.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Les thématiques de recherche au sein du LSO sont centrées sur la mise au point de nouvelles réactions originales et sélectives et leur application à la synthèse de petites molécules d'intérêt, naturelles ou synthétiques. L'ensemble de ces travaux est basé sur une expertise forte et reconnue des chercheurs dans divers domaines de la chimie : réactions multicomposants en particulier avec des isonitriles, réactions catalysées par le palladium, fonctionnalisation C-H, mais aussi impliquant des espèces hautement réactives en chimie radicalaire

et dans la chimie des organotitanes. Il faut aussi souligner l'engagement du LSO dans le domaine ardu de la synthèse totale et de la chimie des produits naturels qui est à l'échelle nationale et internationale largement délaissée. Le comité note aussi le développement de programmes à l'interface avec la biologie et les matériaux, où le LSO apporte son expertise.

Le LSO a intégré le GDR Chemobiologie (600 chercheurs au sein de 70 laboratoires) et a participé à la création du centre interdisciplinaire E4H (Ingénierie pour la Santé) d'IP Paris.

Points faibles et risques liés au contexte

La gestion du départ à la retraite d'acteurs majeurs de l'unité reste un défi, aussi bien pour maintenir sa production scientifique que pour son rayonnement international.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Le LSO dispose d'une dotation récurrente d'environ 150 k€ par an (en 2023, compte tenu de l'arrivée de deux chercheurs et anticipation de la venue d'un troisième, la dotation était de 270 k€) attribuée par l'école Polytechnique, l'Ensta et le CNRS. Concernant les ressources propres du LSO, elles ont très fortement progressé pour atteindre 400 k€ en 2023, grâce en particulier à trois programmes ANR portés par des membres du LSO. D'autres programmes interdisciplinaires (prématuration du Labex Charm3at (2019), du CNRS (2020) et de l'IP Paris (2021 et 2022)), en lien avec les sciences de la santé, les agrosiences et les sciences des matériaux, ont aussi contribué à cette augmentation importante des ressources propres du LSO.

Il convient de souligner que le LSO bénéficie de bourses de doctorat dans le cadre des programmes doctoraux IP Paris et CSC-IP Paris (sur les 42 doctorants présents au cours de la période de référence, plus de la moitié ont été financés dans le cadre de ces deux programmes).

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité n'a pas relevé de points faibles sur ce critère.

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

En début de contrat, le LSO était composé uniquement de chercheurs masculins, une politique de parité Femmes/Hommes très active a mené au recrutement de deux AI, salariées de l'Ensta (2020) et du CNRS (janvier 2024), respectivement. D'autres actions ont été engagées comme la tentative de recrutement d'une directrice de recherche CNRS, en 2019, qui a néanmoins échoué. Concernant la parité Femmes/Hommes au niveau des non-permanents, elle était en fin de contrat de l'ordre de 45/55.

Compte tenu de la taille de cette unité, les décisions sont prises de façon collégiale lors des conseils de laboratoire biannuels (organisation interne, sécurité au laboratoire, etc.) et lors de réunions informelles, environ tous les deux mois, pour les sujets d'actualité (sélection de candidats, attribution des bourses, choix des investissements, etc.). Bien que le LSO soit positionné sur deux sites, les étudiants accueillis bénéficient d'un environnement scientifique particulièrement stimulant avec la mise en place, par une direction bienveillante, de nombreux dispositifs d'échanges (séminaires étudiants hebdomadaires organisés en alternance à l'école Polytechnique et à l'Ensta, challenge « Molécule de l'année », accès aux conférences et séminaires organisés à Paris). La direction de l'unité porte une attention particulière à la prévention et à la gestion des situations de harcèlement et de discrimination, l'ensemble des personnels a été convié à suivre une formation préventive à ce sujet.

Concernant les aspects hygiène et sécurité, la direction s'appuie sur un assistant de prévention qui se charge de la formation de tous les nouveaux arrivants. Aussi, la direction incite le personnel de l'unité à suivre la formation « sauveteur secouriste du travail » (SST), d'autres formations étant obligatoires (formation incendie). Concernant le DUER (Document Unique d'Évaluation des Risques), qui fait le point sur la situation de la sécurité dans le laboratoire, il est mis à jour chaque année. Les agents de sécurité de l'école Polytechnique et du CNRS

ont organisé des inspections de sécurité en 2018 et 2022. Des efforts financiers ont été consentis pour améliorer les conditions de travail avec l'achat de pompes à membrane et de blocs chauffants en aluminium. Il convient de signaler que le magasin de produits chimiques a été entièrement rénové, avec l'installation d'armoires sécurisées et ventilées. L'accès aux substances hautement toxiques et aux précurseurs de stupéfiants est fortement réglementé. La protection des données informatiques est gérée par un permanent de l'unité avec le soutien de trois techniciens du département. Un ordinateur de bureau est désormais fourni à tous les membres du LSO, facilitant grandement la protection des données grâce à des clés de cryptage. Plus globalement, les questions de sécurité informatique sont gérées par un service dédié à l'école Polytechnique.

L'unité accorde une attention très stricte au respect des bonnes pratiques en matière d'intégrité scientifique en s'appuyant sur un référent au niveau de chaque site. Ces aspects d'éthique, de déontologie et d'intégrité scientifique sont inclus dans la formation des doctorants avec des cours obligatoires. L'ensemble des publications du LSO sont déposées dans HAL.

Points faibles et risques liés au contexte

Il faut noter que la gestion administrative quotidienne de l'unité est pesante pour le personnel. Le comité a noté sur ce point une surcharge de travail pour les chercheurs qu'il convient de considérer sur le long terme comme peu acceptable.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

Le LSO présente une attractivité remarquable au regard de sa taille, vis-à-vis des doctorants et post-doctorants, et a mis en place une stratégie de recrutement et d'accueil en mutation de chercheurs CNRS qui ont su rapidement développer une recherche indépendante de grande qualité. Cette attractivité est aussi visible à travers les nombreux séjours de ses membres dans des universités étrangères, l'organisation et la participation à de nombreux congrès nationaux et internationaux ou encore la participation à des comités éditoriaux et l'obtention de divers prix et récompenses. Cette attractivité remarquable est nettement visible au niveau des succès aux appels à projets compétitifs (7 projets ANR comme porteur) principalement au niveau national. Le taux de réussite aux appels d'offres pour les financements européens reste encore faible.

- 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

Les membres de l'unité sont très visibles dans l'espace européen de la recherche au travers de diverses actions : représentant français au sein du SCF Young Network (EYCN, 2018-2019), comité de direction de l'action Cost CM1407 « Défier les synthèses organiques inspirées par la nature – de la chimie des produits naturels à la découverte de médicaments », conseil consultatif du consortium CytoLabs (Allemagne), GDRI iNPChem (Integrative Natural Product Chemistry), mise en place d'un accord Erasmus avec le Département de Chimie et Pharmacie de la Friedrich-Alexander-universität Erlangen-Nürnberg (Allemagne) et diverses actions avec la Pologne.

Des membres de l'unité ont été nommés professeur associé de l'université de Wuhan (Chine), de l'Académie hongroise des sciences et professeur invité de l'Académie polonaise des sciences. Ils ont présenté leurs travaux

lors de congrès internationaux : Perch-CIC X en 2018, Pattaya, Thaïlande ; conférence franco-polonaise en l'honneur de Janusz Zakrzewski, en 2018, Łódź Pologne ; 18th Pacific Symposium on radical chemistry, Taiwan ; 55th Bürgenstock Conference - SCS Conference on Stereochemistry, Suisse ; 29th international Symposium on the Organic Chemistry of Sulfur, Canada. Certains membres sont, ou ont été, fortement impliqués dans la vie institutionnelle à de nombreux niveaux : vice-présidence de la recherche à l'Ensta, conseil du département de chimie de l'école Polytechnique, membre du conseil d'administration de la SCF, membre du bureau du Réseau Jeunes SCF, membre du comité d'axe « Multicatalse » du Labex Charm3at. Le comité note aussi une forte implication des membres dans des comités éditoriaux (membre du conseil consultatif de Natural Product Reports (Royal Chemical Society), rédacteur associé du Beilstein Journal of Organic Chemistry). Certains membres ont organisé les « Rencontres de Chimie Organique » (RCO 2021), un rendez-vous annuel rassemblant les jeunes chercheurs franciliens, et le colloque Produits Naturels Appliqués (2018), impliquant seize intervenants de six pays, dont cinq intervenants industriels (Sanofi, Novartis, Syngenta, L'Oréal, Pierre Fabre) et participé à l'organisation de la 4^{ème} Conférence européenne sur les produits naturels (2021).

Des doctorants ont reçu différentes récompenses, telles que le prix de thèse Henri Kagan de la Division Chimie Organique de la SCF, et prix de thèse de la section régionale de la SCF, et un membre permanent a été lauréat d'une bourse JSP (Junior Scientists Participation) de la Société suisse de Chimie pour participer à la conférence Bürgenstock (2022).

Le LSO a mis en place une politique d'accueil de nouveaux chercheurs et de personnels d'appui à la recherche (PAR) particulièrement efficace. Trois chercheurs CNRS des sections 12 et 16 ont rejoint l'unité par mutation en 2017. Ils ont développé des programmes de recherche originaux et ont bénéficié de nombreuses bourses de thèse et de financements postdoctoraux pour mener à bien leur recherche de manière indépendante. De plus, deux personnels PAR et deux personnels administratifs ont été accueillis au cours de la période de référence.

Concernant la formation par la recherche, l'attractivité du LSO est remarquable au niveau des étudiants, avec 42 doctorants et treize chercheurs postdoctoraux accueillis.

Un autre critère qui atteste clairement la remarquable attractivité du LSO concerne son taux de réussite aux appels d'offres compétitifs. Au cours de la période 2018-2023, le montant cumulé des ressources propres est de l'ordre de 2 M€ réparti de façon quasi équitable sur les deux équipes. L'unité porte de nombreux programmes : ANR CycloSyn (JCJC 2018-2021, 177 k€), ANR Sulfa (PRC 2018, 343 k€), ANR Ardirox (PRC 2022-2026, 500 k€), ANR Rhocki (PRC 2019, 319 k€), Europe MSCA 2020 (projet Route2polyTepr, 185 k€), IP Paris Prématuration 2020 (79,5 k€), Satt Poc'Up 2023 (224 k€). Il convient d'ajouter trois projets internationaux, dont un financé avec la Chine et cofinancés par le CNRS et NSFC, un autre avec la Thaïlande, financé par un PHC Siam et un projet avec la Malaisie, financé par le PHC Hibiscus. Ces projets ont permis des échanges d'étudiants et de chercheurs. D'autres dispositifs proposés par l'école Polytechnique ont permis d'accueillir trois étudiants étrangers de premier cycle. Concernant l'origine du financement des 42 thèses, onze contrats doctoraux et quatre contrats AMX (pour étudiants « polytechniciens ») proviennent de l'école doctorale IP Paris, onze du China Scholarship Council (CSC) et sept des programmes ANR, principalement. Pour l'accueil des treize chercheurs postdoctoraux, les soutiens financiers proviennent de l'école Polytechnique ou de l'Ensta (4 contrats), du CNRS (2), des contrats ANR (2), du Labex (2) d'une bourse Marie Curie (1), principalement.

Sur les deux sites, l'unité dispose de locaux, d'équipements (HPLC-MS, HPLC chirale), de plateformes technologiques (HRMS, Rayons X (plateforme Diffrax) gérés par le LCM voisin, et de la plateforme RMN (ResoMag) mutualisant les installations de l'IP Paris. L'unité est très active dans sa politique d'amélioration de son environnement (rénovation du magasin de produits chimiques, installation d'armoires sécurisées et ventilées) et de renforcement de son parc d'équipements scientifiques (RMN 600 MHz, 1,1 M€, installation prévue fin 2024).

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

Compte tenu de la qualité des recherches menées par cette unité et de la visibilité de ses membres, le taux de réussite aux appels d'offres pour les financements européens est perfectible.

Compte tenu de la structure de l'unité sur deux sites et du nombre très important de doctorants et dans la moindre mesure de post-doctorants, une information plus complète sur l'arrivée de ces non-permanents auprès de l'ensemble du personnel, permettrait une meilleure intégration de ces derniers au sein de la structure.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

Avec six chercheurs permanents, le LSO présente un excellent niveau de publications en quantité (107) et en qualité, dans des revues du domaine de la chimie, à forte audience (Angewandte Chemie Int. Ed. (8), Chemistry-A European Journal (6), Organic Letters (21)). De façon générale, les membres du LSO figurent sur ces articles comme 1^{er} ou dernier auteur, ou en tant qu'auteur correspondant. Enfin, il convient de noter qu'un tiers de ces articles ont été co-signés dans le cadre de collaborations internationales.

- 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

En regard de sa petite taille, la production scientifique de l'unité est excellente en nombre avec 107 articles, soit trois articles par an et par ETP, et en qualité. Ces articles ont été publiés dans les revues de premier plan en chimie organique (Angewandte Chemie Int. Ed. (8), Chemistry-A European Journal (6), Organic Letters (21)). Un tiers de ces articles ont été co-signés dans le cadre de collaborations internationales (Angleterre (5), Allemagne (5), Chine (4), Canada (3)). Le nombre de publications est parfaitement bien réparti entre les deux équipes, chacune se partageant environ 50 % de la production scientifique. Enfin, il convient de souligner que dans pratiquement tous ces articles, les membres du LSO y figurent en 1^{er} ou dernier auteur, ou en tant qu'auteur correspondant.

La direction du LSO, et les encadrants accordent une attention particulière au respect des bonnes pratiques en matière d'intégrité scientifique (plagiat, textes générés par l'IA, liste et ordre des auteurs sur les articles, auteur correspondant). Les doctorants suivent une formation obligatoire sur l'« Éthique de la recherche scientifique ». La mise en ligne d'une version des articles au travers de l'archive ouverte HAL est systématique. Une réflexion a été menée sur un positionnement commun vis-à-vis des revues « prédatrices ».

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

Le comité observe que trois quarts des articles publiés émanent de trois chercheurs de l'unité (50 % des effectifs).

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

Compte tenu de la taille et des thématiques de cette unité, son niveau d'interaction avec le monde socio-économique est excellent comme l'attestent le nombre de brevets déposés et les actions de valorisation en cours. L'unité a clairement montré sa volonté de valoriser ses travaux auprès du monde industriel, mais aussi d'apporter son expertise dans le cadre de programmes pluridisciplinaires pour répondre aux enjeux sociétaux.

- 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

Malgré des axes thématiques orientés vers la recherche fondamentale, le LSO a développé une très bonne activité de valorisation avec quatre brevets internationaux déposés et de nombreuses interactions avec le monde socio-économique, dont une convention Cifre. Trois brevets internationaux ont été déposés portant sur des composés de type benzoxépine, chromène ou encore 2,5-dihydrobenzoxépine qui présentent des propriétés herbicides. Dans ce cadre, huit accords de confidentialité ont été signés, et une collaboration avec la société De Sangosse (entreprise française spécialisée dans le développement de « biosolutions » pour l'agriculture) est en cours avec des soutiens financiers de la Satt Paris-Saclay (150 k€/1 an) après deux financements de prématuration (155 k€). Un brevet sur la synthèse de polyamides thiolés a aussi été déposé. Un programme collaboratif financé par le Centre Interdisciplinaire d'Études pour la Défense et la Sécurité (Cieds-fonds DGA) sur une période de quatre ans est en cours, dans le cadre du développement de traitements innovants pour les textiles comme alternative aux per- et poly-fluoroalkyle (PFAS).

Les membres permanents se sont fortement impliqués dans de très nombreuses actions vers le grand public, à travers des supports divers et variés, faisant appel, entre autres, aux services de communication de l'école Polytechnique. Le comité note en particulier, la participation à plusieurs interviews, sur France Inter dans l'émission « La Matinale de 8h » et « La tête au Carré », sur Radio Classique, ou encore dans la presse écrite, telle que Les Échos, La Croix, etc. Un membre de cette unité a participé au documentaire sur la chaîne Arte « Sa majesté des mousses ». Les membres de l'unité ont participé à des projets pédagogiques destinés au grand public et aux jeunes (conférences sur le tableau périodique, concours vidéo « Chimie redécouverte », volet Chimie du projet pédagogique #Genius d'IP Paris (2020-2022)). Enfin, le LSO accueille régulièrement des lycéens pour des visites découvertes de quelques jours, ou des étudiants de premier cycle pour les aider dans leurs projets (Tipe).

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

La dynamique de valorisation de l'unité, s'agissant du dépôt de brevet, repose essentiellement sur une personne.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

Le départ du LSO de l'environnement bien structuré de la chimie de l'université Paris-Saclay a été un moment délicat. Néanmoins, la création de départements, dont un en chimie, et la mise en place de stratégies des centres interdisciplinaires IP Paris, a été une opportunité pour le LSO, qui a su parfaitement s'intégrer dans au moins quatre de ces centres. Si la structuration actuelle du LSO en deux équipes a permis de développer avec succès des programmes originaux et ambitieux en synthèse organique, en particulier en chimie radicalaire et dans le domaine des réactions multi-composants, cette configuration a montré ses limites.

Dans ce nouvel environnement de l'IP Paris, le LSO s'organisera sous forme d'une unité mono-équipe visant des objectifs scientifiques communs dans le domaine de la chimie organique. Compte tenu de son expertise qui va de la préparation et l'utilisation d'intermédiaires hautement réactifs jusqu'à la synthèse de molécules complexes, le LSO ambitionne d'apporter sa contribution dans trois thématiques translationnelles (Chimie-Santé, Développement durable et environnement, Sciences des matériaux) portées par des centres interdisciplinaires d'IP Paris. Le LSO souhaite se positionner comme un acteur clé dans ces trois thématiques, qui s'inscrivent clairement dans les enjeux sociétaux actuels.

Une nouvelle organisation du LSO est prévue avec un animateur pour chacune des trois thématiques. De plus, la nomination du nouveau directeur en janvier 2026 a été actée.

Compte tenu du nouvel environnement de cette unité et de l'expertise de ses membres, le comité a apprécié la pertinence de cette restructuration pour pérenniser l'excellente qualité des recherches qui y sont menées.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Le comité incite l'unité à réfléchir à des actions à mener, suite aux départs de chercheurs seniors, pour ne pas affecter la dynamique scientifique.

Le comité encourage l'unité à poursuivre ses efforts auprès de ses tutelles pour trouver des solutions concernant le dysfonctionnement de la gestion administrative au quotidien.

Le comité recommande à la direction d'améliorer la communication concernant les arrivées de doctorants et des post-doctorants auprès de l'ensemble des membres de l'unité.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Compte tenu de la grande qualité des recherches de l'unité, le comité l'encourage à persévérer dans les demandes de financements auprès de l'Europe ou plus largement à l'international.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

L'unité est encouragée à maintenir son haut niveau de production scientifique et incite tous les chercheurs à s'inscrire dans cette dynamique.

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

Le comité encourage tous les chercheurs à rester vigilants sur la protection intellectuelle de leur recherche, et les incite à la prise de brevets.

Le comité recommande aux chercheurs de l'unité de maintenir leurs actions vers le monde industriel, à travers par exemple des séminaires invités.

Le comité incite l'unité à continuer ses actions de diffusion vers le grand public, en impliquant dans la mesure du possible les doctorants.

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

Équipe 1 : New Methods in Organic Synthesis

Nom du responsable : M. Yvan Six

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe développe des méthodologies innovantes en synthèse organique impliquant des espèces chimiques hautement réactives (radicaux, xanthates, cations oxyallyliques, etc.) et des métaux (titane, palladium, cuivre, etc.). L'objectif de ces avancées chimiques s'inscrit au service également d'applications liées aux matériaux et à la chimie médicinale notamment.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'évaluation antérieure de l'unité avait salué les efforts pour le maintien des collaborations industrielles, avec un succès néanmoins relatif. En réponse, l'équipe a redoublé d'efforts pour la valorisation et l'application de ces méthodologies de synthèse. Concernant les recommandations sur l'équilibre des genres, la recommandation a été prise en compte avec le recrutement de deux femmes sur des postes d'assistants-ingénieurs. Il faut néanmoins souligner la réussite à attirer un directeur de recherche depuis début 2024 pour anticiper le départ des seniors de l'équipe.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	2
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	7
Total personnels	9

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique de l'équipe NMOS est de très haute qualité (53 publications dans les meilleurs journaux de chimie moléculaire tels Organic Letters, Angewandte Chemie, Chemical Science, Chemistry A European Journal) dans tous les domaines de ses activités de recherche. Le rayonnement international de l'équipe est très bon. Il est excellent pour l'un de ses membres. Au cours de la période, l'équipe a bénéficié de quatre projets de l'ANR dont deux en cours, d'une bourse européenne MSCA et d'un contrat avec le Centre Interdisciplinaire d'Études pour la Défense et la Sécurité. Ces activités de recherche bénéficient d'un large éventail de subventions locales et nationales, mais également de programmes internationaux (CSC-IP) qui permettent l'accueil de nombreux étudiants étrangers.

La formation doctorale est d'excellente qualité dans tous les domaines avec un bilan remarquable de publications issues des travaux de doctorat.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe NMOS s'intéresse au développement de nouvelles méthodologies de synthèse organique et leurs applications directes.

La quasi-totalité des 53 publications recense les activités réalisées dans l'équipe avec des signatures soit en qualité de premier auteur ou de correspondant auteur. L'activité de publication est d'excellente qualité et vise plus particulièrement des cibles éditoriales auprès d'Organic Letters (une quinzaine de publications), de Chemistry A European Journal (3), Angewandte, Chemie International Edition (1), Chemical Science (1), etc. pour les plus représentatives de la qualité de cette production. Parmi les publications les plus significatives, il convient de souligner notamment une étude récente publiée dans Angewandte Chemie Int Ed en 2022, sélectionnée comme « hot paper » décrivant une approche modulaire des esters cyclobutylboroniques substitués par additions radicalaires intermoléculaires successives de xanthates. À cela s'ajoutent trois chapitres de livre et un brevet. Parmi les 97 communications orales dans des congrès, leur quasi-intégralité est donnée avec une audience pour la plupart internationale (Japon, États-Unis, Chine, Taïwan, Thaïlande, Malaisie, Pologne, etc.) soit sur invitation (10th Pacific Symposium on radical chemistry, 29th international Symposium on the Organic Chemistry of Sulfur, 18th Asian Chemical Congress) ou par un réseau de collaborations internationales bien ancré.

L'équipe bénéficie de deux projets ANR en cours (en qualité de porteurs, respectivement Ardiox avec un budget de 500 k€ et Cycada avec un budget de 420 k€) et d'un contrat avec le Centre Interdisciplinaire d'Études pour la défense et la Sécurité (Amphitex : 196 k€). L'ANR Ardiox s'intéresse à la conception d'une nouvelle voie de synthèse d'endopéroxydes par voie radicalaire (radicaux aminiums) dans la lutte contre les leishmanioses et/ ou paludisme. Quant au projet Cycada, il vise la préparation d'hétérocycles azotés par des réactions de cycloaddition, intégrant des enjeux de stéréosélectivité (diastéréosélectivité et énantiosélectivité), par catalyse duale organométallique/organocatalyse. Le projet Amphitex a pour objectif le remplacement des PFAS dans les tenues de militaires par des molécules plus respectueuses de l'environnement.

L'intégration réussie d'un jeune chercheur sur concours CNRS en 2017 s'est également avérée concluante avec l'obtention rapide d'un financement ANR JCJC en 2018, puis d'un financement ANR PRC en 2022. La réussite de l'équipe a été régulière aux appels d'offres nationaux (4 projets de l'ANR et 1 du Cieds) et européens (1 projet Europe MSCA).

Au cours de la période, quinze soutenances de doctorat et une soutenance d'HDR ont eu lieu.

Un des membres de l'équipe participe au dispositif #Genius, dispositif de tutorat en ligne piloté par l'institut Polytechnique de Paris.

Compte tenu de l'écosystème local et des problématiques associées, l'équipe NMOS a renforcé ses relations au sein du département de chimie de l'institut Polytechnique de Paris, en développant de nombreuses actions d'ampleur aussi bien en enseignement qu'en recherche (mutualisation d'achats d'équipements, développement d'une plateforme d'analyses RMN ResoMag, intensification des collaborations notamment pour les calculs théoriques).

Les thématiques individuellement portées par les chercheurs laissent entrevoir également de nombreuses collaborations entre les équipes NMOS et SCBI, ce qui amène le projet de l'unité à évoluer vers un gommage des deux équipes et à une restructuration avec trois axes thématiques équilibrés.

Points faibles et risques liés au contexte

Le dynamisme ascendant de l'équipe a pu se retrouver fragilisé par le changement du personnel administratif et technique et de la difficulté de les remplacer.

Compte tenu de la croissance de l'équipe et du nombre d'étudiants extrêmement conséquent encadrés, le problème de place est réel.

Des difficultés sont aussi relevées, concernant le maintien d'appareillages de routine, mais leur mutualisation au sein du département devrait sûrement aider à alléger ce poids pour l'équipe.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe, dans le contexte plus général de la restructuration de l'unité, s'inscrit parfaitement dans la continuité des thématiques développées au cours du précédent contrat. Cette trajectoire est construite sur des expertises fortes et originales des différents membres, avec une volonté de les positionner dans des thématiques translationnelles, comme la synthèse multi-étapes dans le domaine de la santé, les développements méthodologiques pour le développement durable et l'environnement ainsi que la science des matériaux. Des programmes sont déjà financés (Cieds (Sécurité et Défense)), ANR Cycada, ANR Ardirox).

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La qualité de la production scientifique de l'équipe est à un niveau excellent et l'équipe devra s'efforcer de maintenir ce niveau sur les différents projets développés.

L'un des atouts de l'équipe est sa position excellente dans l'écosystème local et régional, notamment au niveau des structures académiques. La participation continue de ses membres à des symposiums internationaux en tant qu'intervenants invités est importante pour maintenir la visibilité internationale.

Dans le même esprit, il est recommandé que l'équipe encourage la participation active régulière des doctorants et des chercheurs postdoctoraux à des symposiums scientifiques.

Équipe 2 : Synthetic Chemistry and Biological Interfaces

Nom du responsable : M. Bastien Nay

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les recherches menées par l'équipe « synthetic chemistry and biological interfaces » concernent la synthèse de petites molécules, avec une emphase particulière pour celles présentant un squelette dérivé de substances naturelles. Ceci est réalisé au travers du développement de méthodologies modernes (chimie bio-inspirée, chimie multi-composante, chimie hétérocyclique, catalyse et CH-fonctionnalisation), en vue de l'accès à la complexité moléculaire réalisée de façon concise et efficace. Outre l'accès à des composés à haute valeur ajoutée, l'équipe SCBI apporte un intérêt particulier à l'exploitation de la chimiothèque produite, notamment par des aspects translationnels, avec des implications fortes dans le domaine de la chémobiologie, de la pharmacologie, de l'agriculture, et de l'environnement.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Au cours du dernier bilan quinquennal, plusieurs recommandations avaient été promulguées. Celles-ci concernaient, entre autres, les aspects de valorisation des résultats expérimentaux et le recrutement de personnel encadrant en anticipation du départ à la retraite de membres seniors du LSO.

Le recrutement au cours de l'année 2017 de deux chercheurs CNRS au sein de l'équipe SBCI a permis de répondre en partie à la problématique liée aux ressources humaines de l'équipe encadrante.

Ces recrutements se sont également montrés bénéfiques à l'unité quant à la valorisation des résultats auprès de partenaires socio-économiques. Pour l'équipe SCBI (ex-MCR), ceci est visible par les importants efforts entrepris par l'un de ses membres, qui se sont concrétisés par l'obtention de nombreux financements de pré-maturation/maturation (CNRS et Satt), le dépôt de trois brevets (tous étendu à l'international), et un intérêt fort de la part de partenaires privés du secteur agrochimique (8 accords de confidentialité signés au cours de la période de référence).

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	8
Sous-total personnels non permanents en activité	10
Total personnels	14

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Malgré son jeune âge, l'équipe SCBI présente une expertise internationalement reconnue en synthèse organique et dans l'étude des substances dites naturelles. Ses travaux reposent sur des approches méthodologiques innovantes, et sur un réseau dynamique de collaborations académiques. Sa production scientifique est excellente, tout comme sa capacité à financer, valoriser, et transférer ses recherches. L'implication de plusieurs membres de cette équipe dans l'enseignement, ainsi que dans la vulgarisation des résultats auprès de la société civile, doit être également soulignée.

Points forts et possibilités liées au contexte

Tout en maintenant un savoir-faire de premier plan en synthèse multi-composante et en chimie radicalaire, cette jeune équipe a su faire évoluer ses expertises au cours des cinq dernières années. Ceci découle du recrutement de deux chercheurs CNRS ayant apporté leurs compétences en matière de substances naturelles, et en catalyse organométallique.

La production scientifique témoigne d'une dynamique excellente, tant en qualité qu'en volume, et ce malgré une thématique majeure (synthèse totale) où il est souvent difficile de publier. Elle comprend un total de 50 publications, soit une moyenne de 3,3 publications par ETP par an. Parmi ces travaux, 86 % sont publiés dans des revues de renommée au sein de la communauté, incluant certaines à audience plus large telles *Angewandte Chemie International Edition* (4) et *ACS Central Science* (1). Ces efforts ont, par exemple, permis d'accéder à des squelettes de substances naturelles complexes par des cycloadditions [4+2] intramoléculaires (*Chemistry A European Journal*, 2018 et *Organic Letters*, 2021) ou d'exploiter la réactivité de vinylcyclopropanes (*Chemistry A European Journal* 2019, *Angewandte Chemie International Edition* 2022 et *Organic Letters* 2022), la fonctionnarisation CH de naphthalènes en position C8 (*Chemistry A European Journal* 2019), et l'étude de la réactivité particulière d'adduits issus de réactions de Passerini-Smiles [*Angewandte Chemie International Edition* 2022, déjà 19 citations WoS 11/2024]. Cette belle production a également permis aux membres de l'équipe SCBI de communiquer leurs résultats à de nombreuses reprises, avec un total de 28 communications orales (19 en France, et 9 à l'étranger), 21 séminaires invités donnés par les personnels permanents (9 en France, et 12 à l'étranger), et 24 posters.

Ces données reflètent un réel rayonnement de l'équipe SCBI, qui s'est traduit par plusieurs distinctions reçues par un membre permanent de l'équipe : associate Editor pour *Belstein Journal of Organic Chemistry* et pour *Natural Product Reports*, membre titulaire de l'action Cost CM1407, membre du conseil consultatif du consortium allemand Cytolabs, et professeur invité à Shanghai à deux reprises au sein du laboratoire Simm de l'Académie des Sciences chinoise.

L'autofinancement de l'équipe est très bon et repose sur des instruments nationaux (ANR Rhocki 155 k€, ANR NaFMeTS 199 k€, et ANR SwitchActin 208 k€), régionaux (124 k€), et liés à la valorisation (82 k€). Ce dernier point témoigne d'un réel intérêt de l'équipe pour le transfert de technologie, avec un projet concernant l'activité herbicide d'une famille de molécules qui a conduit au dépôt de trois brevets (tous étendus à l'international) sur les cinq dernières années, ainsi qu'à la mise en place d'un partenariat avec la société De Sangosse (agrochimie).

L'investissement de l'équipe dans la formation par la recherche est remarquable, avec l'encadrement ou le co-encadrement de 23 doctorants (15 thèses soutenues), six post-doctorants, et seize stagiaires. Il faut souligner que cette formation est également de qualité, comme l'indiquent les multiples prix reçus par les personnels non-permanents (trois prix du meilleur poster, un prix de la meilleure communication orale, et un prix de thèse de la SCF IDF). L'équipe s'investit aussi très fortement dans l'enseignement, avec des charges importantes au niveau master, et la nomination d'un membre en qualité de « professeur chargé de cours » au sein de l'école Polytechnique.

En plus de leur activité au laboratoire, les membres de l'équipe SBCI ont également consacré une part importante de leur temps dans de nombreuses tâches d'intérêt collectif au niveau local et national (membre du comité de pilotage de l'axe « multi-catalyse » de Charm3at, membre du bureau du RJ-SCF, membre du board de la SCF, secrétaire du bureau IDF de la SCF, direction d'institut, vice-président recherche de Ensta, organisation d'un projet PEPR, et membre d'un comité Hcéres), mais aussi au niveau international (délégué du réseau européen de jeunes chimistes, et supervision du GDRI INPChem).

Enfin, l'équipe s'investit dans la promotion et la vulgarisation des connaissances. Ceci a pu être mis en œuvre par l'organisation d'événements périodiques (« pint of science »), sous la forme de multiples interviews (France Inter, Radio Classique, les Échos, La Croix, etc.), et la participation à un documentaire diffusé sur Arté (« sa majesté des mousses »).

Points faibles et risques liés au contexte

Tous les indicateurs démontrent une équipe performante, produisant de la science de grande qualité. À ce stade, peu de points faibles sont perceptibles, et seul un financement majeur européen (ERC) semble ici faire défaut.

En cas de succès, il existe néanmoins un risque lié à la place disponible dans les laboratoires, un point qui ne sera débloqué qu'à l'horizon 2032 avec la création d'un nouveau bâtiment réunissant l'ensemble du laboratoire sur un seul site.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Cette jeune équipe est sur une dynamique très forte. Elle mise sur des compétences établies dans plusieurs domaines, allant du développement méthodologique à la production de molécules (naturelles) bioactives, et s'étendant jusqu'à l'identification des mécanismes d'action de ces composés d'intérêts grâce à un réseau collaboratif fort. Ces efforts doivent être pérennisés afin de consolider la trajectoire ascendante de ces collègues du LSO en tant qu'acteurs français majeurs. À ce jour, outre les financements nationaux et régionaux, la stratégie employée passe aussi par la valorisation des résultats obtenus auprès de partenaires sociaux-économiques ; une possibilité qui devrait permettre au laboratoire (dans la nouvelle organisation proposée pour le prochain mandat quinquennal) de dégager des moyens considérables en cas de licence d'un (ou de plusieurs) brevets déposés.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage l'équipe à poursuivre ses efforts de recrutement, en essayant, si possible, de mieux équilibrer l'équilibre de genre au sein de l'équipe encadrante.

Compte tenu de la visibilité internationale de l'équipe, le comité recommande d'envisager de répondre aux instruments de financements majeurs européens. Un tel succès pérenniserait son positionnement national, tout en donnant une nouvelle impulsion à son évolution déjà très importante au cours du dernier mandat quinquennal.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATE

Début : 9 janvier 2025 à 9h00

Fin : 9 janvier 2025 à 18h00

Entretiens réalisés en distanciel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

09:00	09:10	Lien démarrage du comité + exposés de la matinée
09:10	09:15	Présentation du comité
09:15	09:55	Exposé du directeur d'unité et du candidat à la future direction (bilan et trajectoire)
09:55	10:35	Discussion
10:35	10:50	Entretien à huis clos du comité et conseiller scientifique Hcéres
10:50	11:00	Pause
11:00	11:25	Équipe « New Methods in Organic Synthesis » (bilan et focus thématique)
11:25	11:45	Discussion
11:45	12:10	Équipe « Synthetic Chemistry and Biological Interfaces » (bilan et focus thématique)
12:10	12:30	Discussion
12:30	12:45	Entretien à huis clos du comité et conseiller scientifique Hcéres
12:45	13:55	Pause déjeuner et arrêt visioconférence
13:55	14:00	Mise en place de la visioconférence Hcéres
14:00	14:30	Entretien à huis clos avec les C et EC sans équipe de direction
14:30	14:35	Pause et mise en place visioconférence Hcéres
14:35	15:05	Entretien à huis clos avec les doctorants et post-doctorants
15:05	15:10	Pause et mise en place visioconférence Hcéres
15:10	15:40	Entretien à huis clos avec le personnel d'appui à la recherche
15:40	16:00	Pause et mise en place visioconférence Hcéres
16:00	16:30	Entretien à huis clos avec les tutelles
16:30	16:35	Pause et mise en place visioconférence Hcéres
16:35	16:45	Entretien à huis clos avec l'équipe de direction de l'unité (10 min)
16:45	18:00	Débriefing à huis clos du comité et conseiller scientifique du Hcéres

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES



Palaiseau, le 31 mars 2025

Madame, Monsieur,

Nous ne soumettons pas de réponse institutionnelle de type « observations de portée générale » concernant l'évaluation du LSO - UMR 7652.

Au nom des tutelles de l'unité,

Bien cordialement,

Kees van der Beek
Directeur de la Recherche, Ecole polytechnique
Vice Président Recherche, Institut Polytechnique de Paris

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

