

## RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

FAST - Fluides, Automatique et Systèmes  
Thermiques

### SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université Paris-Saclay - U PARIS SACLAY

Centre national de la recherche scientifique -  
CNRS

---

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

Rapport publié le 13/02/2025



Au nom du comité d'experts :

Olivier Pouliquen, 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. Olivier Pouliquen, Centre national de la recherche scientifique, Marseille

M. Hugues Bodiguel, Institut polytechnique de Grenoble

Mme Francesca Chilla, ENS de Lyon

**Experts :** M. Laurent Cordier, Centre national de la recherche scientifique, Poitiers

Mme Laure Vignal, Centre national de la recherche scientifique, Saint-Martin-d'Hères

## REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Paul-Antoine Santoni

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

M. Rachid Bennacer, Université Paris-Saclay

M. Philippe Lecoeur, Université Paris-Saclay

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Fluides, Automatique et Systèmes Thermiques
- Acronyme : FAST
- Label et numéro : UMR 7608
- Nombre d'équipes : 4
- Composition de l'équipe de direction : M. Harold Auradou (directeur)

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST5 : Sciences pour l'ingénieur

ST2 : Physique

ST3 : Sciences de la Terre et de l'Univers

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'unité de recherche Fluides, Automatique et Systèmes Thermiques (FAST) mène des recherches autour de la mécanique et de la physique des fluides, avec des expertises à la fois expérimentales, théoriques et numériques. Les activités portent principalement sur des questions fondamentales, mais en lien étroit avec des applications industrielles ou environnementales et présentent de nombreuses ouvertures vers des sujets interdisciplinaires notamment vers la géophysique et la biologie.

L'unité est structurée en quatre équipes de recherche. L'équipe Instabilités, Ondes et Turbulence s'intéresse aux propriétés d'écoulements de fluides dans des configurations complexes. Les sujets d'études concernent la turbulence d'ondes en milieux stratifiés ou en rotation, la dynamique des fluides dans des géométries élancées, les ondes de surface en présence de vent ou de contaminant. L'équipe Convection et Transferts s'attache à étudier le rôle des transferts de masse et de chaleur dans les écoulements. Les problématiques concernent la dynamique de l'intérieur des planètes en géophysique, la conservation des grottes ornées, ainsi que les transferts dans les films minces. L'équipe Granulaires et Suspensions traite les problèmes d'écoulement de milieux divisés, étudiant leur rhéologie et leur couplage avec un fluide, les écoulements autour d'obstacles et les avalanches. Enfin, l'équipe Milieux Poreux et Fracturés s'intéresse aux écoulements dans les poreux hétérogènes, aux fluides actifs, avec une ouverture vers les matériaux structurés et architecturés.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'unité FAST a été créée en 1983 sur la base du Laboratoire de Mécanique Expérimentale des Fluides. Elle était située, jusqu'en 2020, dans le bâtiment 502 de l'université Paris Sud à Orsay, adossée à une halle expérimentale. La direction a été assurée successivement par Christine Bénard, Dominique Salin, Neil Ribe, Marc Rabaud et depuis 2020 par Harold Auradou. Le mandat en cours a été l'occasion de changements importants. L'unité a déménagé en 2020 dans un nouveau bâtiment baptisé Pascal que le FAST partage avec l'unité LPTMS (Laboratoire de Physique Théorique et Modèles Statistiques) et l'institut Pascal qui se consacre à l'accueil de programmes thématiques de longue durée.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'unité FAST est une unité mixte entre le CNRS et l'université Paris-Saclay (UMR 7608). L'unité est principalement rattachée à l'Institut Ingénierie du CNRS via la section 10 du CoNRS, mais accueille également un chercheur de la section 5 de l'Institut de Physique, et une chercheuse de la section 18 de l'Institut Terre & Univers. Coté université, le paysage s'est profondément modifié en début de mandat, avec la création en 2020 de l'Université Paris-Saclay (UPS), qui regroupe les composantes de l'ancienne Université Paris-Sud, des universités d'Evry Val d'Essonne et de Versailles Saint-Quentin, ainsi que l'École Normale Supérieure Paris-Saclay et Centrale Supélec.

La création de l'UPS signifie un changement radical pour l'environnement du FAST, l'ensemble de la structure d'administration et de coordination de la recherche ayant été réorganisé. L'UPS s'est structurée en Graduate Schools (GS) qui coordonnent la recherche, les masters et les écoles doctorales. Le FAST émerge à la GS de Physique et à la GS Sciences de l'ingénierie et des systèmes. En matière d'école doctorale, la majorité des membres du FAST émerge à l'ED SMEMAG. Le FAST est également impliqué dans deux Objets Interdisciplinaires (Microbes et PaLabRe) de l'UPS, des structures créées afin de favoriser les thématiques transverses.

L'UPS ayant été classée IDEX, les moyens qui étaient attribués auparavant à des Labex auxquels le FAST pouvait émerger, ont été partiellement alloués à l'IDEX. Dans ce cadre, des appels à projets gérés par les GS sont en train d'être mis en place, auxquels les membres du FAST pourront répondre.

Le FAST est membre de la fédération Friedel-Jacquinet créée en 2020 qui regroupe six unités de physique du site.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maitres de conférences et assimilés	15
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	4
Personnels d'appui à la recherche	8
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>33</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	4
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	13
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>18</b>
<b>Total personnels</b>	<b>51</b>

## RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2023. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
Université Paris-Saclay	13	0	2
CNRS	0	8	6
Autres	4	0	0
<b>Total personnels</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

## AVIS GLOBAL

Le FAST est une unité de recherche de premier plan dans les domaines de la mécanique et de la physique des fluides. Structurée en quatre équipes, l'unité explore une vaste gamme de thématiques incluant la turbulence, les instabilités, les transferts de masse et de chaleur, les changements de phase, les milieux poreux, ainsi que la dynamique et la rhéologie des fluides complexes (milieux granulaires, suspensions colloïdales, hydrogels, mucus, suspensions actives...). Elle se distingue par ses ouvertures interdisciplinaires vers la géophysique et la biologie. Avec une forte composante expérimentale, l'unité propose également des approches théoriques et numériques, témoignant de sa richesse méthodologique.

Deux évolutions majeures ont marqué la période d'évaluation. D'une part, le déménagement, dans de nouveaux locaux modernes et parfaitement adaptés, a significativement amélioré l'environnement de travail et renforcé l'attractivité de l'unité. D'autre part, la création de l'Université Paris-Saclay en 2020 a profondément modifié le paysage universitaire local. Le FAST a su s'impliquer pleinement dans cette nouvelle dynamique, en tirant parti des nombreuses possibilités offertes : collaborations renforcées avec d'autres unités, augmentation du bassin étudiant, et possibilités de nouvelles sources de financement : IDEX Paris-Saclay ; appel à projet Équipement de Recherche Mutualisé (ERM) ; appels à projets des Graduate School (GS).

Au cours de cette période, l'unité a produit des résultats scientifiques marquants. On peut citer la mise en évidence expérimentale de la turbulence d'ondes en milieu tournant, l'étude de la dynamique de suspensions de bactéries, la génération de vagues par effondrements granulaires, le développement de modèle expérimental analogue pour étudier la dynamique des failles océaniques... Les résultats des recherches de l'unité sont publiés dans des revues de référence, tant généralistes (Phys. Rev. Lett., Phys. Rev. X, Nat. Commun...) que spécialisées en mécanique des fluides et en géophysique (J. Fluid. Mec, Phys. Rev. Fluids, Soft Matter, J. Geophys. Res....). Le rayonnement international de l'unité est indiscutable, comme en témoignent les nombreuses collaborations internationales, les conférences invitées, l'accueil de chercheurs étrangers, l'obtention de prix prestigieux, et le rôle actif dans l'organisation de colloques.

L'unité fait également preuve de dynamisme en matière de financements obtenus. Cela concerne des subventions locales (Labex), nationales (notamment par l'ANR) et internationales telles que le projet Soft Planet financé par l'ERC portant sur les transferts et la convection dans les planètes, et le projet Wave Turbulence financé par la Fondation Simons portant sur la turbulence d'ondes. Ces succès ont permis le développement d'infrastructures expérimentales de qualité, comme la plateforme de caractérisation des fluides et des poudres, ainsi qu'une augmentation significative du nombre de doctorants. Par ailleurs, l'unité se distingue par son engagement fort dans la vulgarisation scientifique, à travers des conférences, publications, et interventions médiatiques, soulignant son rôle dans la diffusion des connaissances.

Dans la dynamique du site de Paris-Saclay, le FAST dispose de tous les atouts pour aborder une nouvelle phase de développement, tout en maintenant l'ambiance collégiale qui fait sa force.

## ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

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

La première recommandation de maintenir l'excellence scientifique a été tenue, avec des sujets de recherche originaux et des recherches de niveau international dans toutes les équipes. Le dynamisme de l'unité s'est concrétisé par une croissance notable du nombre de doctorants, une dizaine de plus par rapport à la précédente évaluation qui avait souligné la marge de progression possible. Cette dynamique se retrouve également dans la réussite aux appels à projets avec des succès auprès de l'ERC, de la fondation Simons, de l'ANR et des contrats d'origine plus diversifiés avec des acteurs du monde socioéconomique (Air Liquide, L'Oréal). Concernant la marge de progression des actions de recherche partenariales, mentionnée dans le précédent rapport, l'unité souligne que beaucoup de son énergie a été absorbée par la création de l'UPS, mais que des efforts ont été réalisés, notamment autour de la plateforme de caractérisation qui a vocation à intéresser des industriels.

Les questionnements et inquiétudes autour de la création de l'UPS et le positionnement du FAST dans cette nouvelle université ont été grandement levés. Les membres de l'unité se sont pleinement investis dans différentes instances de l'université, notamment dans les Graduates Schools et les Objets Interdisciplinaires. Les bénéfices du rayonnement et des nouvelles possibilités offertes par l'environnement de l'UPS se font déjà sentir (accroissement du nombre de doctorants par exemple).

Concernant la vie de l'unité, la recommandation d'une mutualisation de moyens a été suivie, avec la mise en place d'un appel à projets internes permettant des financements ou co-financements de projets scientifiques nouveaux. Sur le volet Hygiène et Sécurité (H&S) qui avait été mentionné dans le rapport précédent, une politique volontariste a été menée, avec audit des machines-outils au moment du déménagement, aménagement d'une salle de chimie, traitements des déchets, mise en place d'une sensibilisation aux questions H&S en AG et aux nouveaux entrants.

Concernant les perspectives de carrières et l'évolution de ses membres, des départs à la retraite ont été en partie comblés par de nouveaux entrants ainsi que par des mutations entrantes, démontrant l'attractivité de l'unité. L'unité se dit attentive aux perspectives d'évolutions de carrières du personnel d'appui à la recherche, ainsi que de ses chercheurs et enseignants-chercheurs, mais avoue n'avoir que peu de leviers.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

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

L'unité FAST est reconnue nationalement et internationalement pour ses recherches en mécanique des fluides. La grande liberté laissée à tous les chercheurs et enseignants-chercheurs pour définir leurs projets est appréciable et elle donne lieu à une grande richesse de thématiques. Fort d'une solide base en recherche fondamentale, l'unité exploite des champs interdisciplinaires variés, en s'ouvrant notamment vers la géophysique avec par exemple des expériences de laboratoire innovantes et uniques sur la dynamique de l'intérieur des planètes et des ouvertures marquantes vers la biologie avec des travaux sur les fluides actifs. L'unité montre également un engagement significatif envers des problématiques sociétales, comme la conservation des grottes ornées. Le foisonnement de sujets témoigne de la très bonne capacité de l'unité à se renouveler dans ses thématiques et à faire émerger de nouveaux sujets prometteurs. Toutefois, certaines thématiques phares, notamment les sciences de la terre et la turbulence, reposent actuellement sur un nombre restreint de chercheurs, posant un risque pour leur continuité et leur développement.

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

L'unité bénéficie d'un personnel de recherche stable en nombre, malgré plusieurs départs, ce qui témoigne de son attractivité et de sa capacité à retenir des chercheurs talentueux. Le nombre de doctorants est en nette augmentation, un essor favorisé par l'évolution positive de l'environnement au sein de l'UPS. Par ailleurs, le personnel d'appui à la recherche se distingue par son implication et son expertise, contribuant ainsi efficacement aux projets de l'unité. Les ressources financières sont solides, soutenues par des succès notables aux appels à projets de l'ANR ainsi que par des contrats internationaux d'envergure, tels que ceux obtenus auprès de la Fondation Simons et de l'ERC. L'unité a également obtenu trois contrats industriels. Enfin, elle dispose de nouveaux locaux, récents et bien adaptés à ses besoins, offrant un environnement optimal pour le développement de ses recherches.

#### Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'unité est de taille raisonnable avec 51 membres, dont 29 chercheurs et enseignants-chercheurs, ce qui favorise un fonctionnement souple et informel et une vraie cohésion interne. Une politique de soutien aux investissements collectifs a été mise en place, renforçant les actions communes et l'efficacité des ressources partagées. Par ailleurs, l'unité s'est engagée fortement dans des initiatives pour améliorer l'accueil et l'encadrement des doctorants, promouvoir la santé et la sécurité au travail et lutter contre les discriminations. Les services sont bien structurés, clairement identifiés et à l'écoute des chercheurs, contribuant ainsi à un environnement de travail agréable et efficace.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité mène une recherche de grande qualité, majoritairement fondamentale, et a une vision claire de son identité. Son ouverture interdisciplinaire est largement reconnue, avec des contributions marquantes qui élargissent son impact scientifique, comme en géophysique, notamment avec l'obtention du projet Soft Planet financé par l'ERC, ou en biophysique sur la rhéologie et la dynamique des suspensions de bactéries.

L'unité s'intègre dans la stratégie de ses tutelles, notamment celle de la nouvelle Université Paris-Saclay (UPS), avec une implication de plusieurs de ses membres dans les instances, dont les Graduate Schools (GS).

L'arrivée de nouveaux chercheurs et enseignants-chercheurs en recrutement et mutation est une source de dynamisme, avec le démarrage de nouveaux sujets par exemple en matière active, en milieux granulaires ou interactions ondes/particules.

Le déménagement dans de nouveaux locaux a été une vraie plus-value, donnant à l'unité l'espace de bureau et les locaux expérimentaux pour se développer dans les meilleures conditions.

### Points faibles et risques liés au contexte

En raison de la taille et de la diversité des thématiques abordées par l'unité, les activités de recherche sont relativement segmentées, avec plusieurs sujets de très grande qualité et fort impact portés par une seule personne.

Certaines thématiques phares, notamment les sciences de la terre et la turbulence, reposent actuellement sur un nombre restreint de chercheurs, posant un risque pour la continuité et le développement de ces thématiques de recherche.

## *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 de ressources humaines de grande qualité. Sur le mandat, des arrivées de chercheurs et enseignants-chercheurs en mobilité et en recrutement (quatre enseignants-chercheurs et un chercheur) ont permis d'atténuer les départs à la retraite et disponibilité (trois chercheurs, un enseignant-chercheur), assurant un renouveau et le développement de nouvelles thématiques (phototaxie, milieux fibrés, particules aux interfaces...). L'unité bénéficie également de la présence en qualité d'émérites de grandes figures de la communauté qui sont encore actives et investies, sans interférer dans son organisation. Les doctorants dont le nombre est en nette augmentation depuis la dernière période d'évaluation (vingt thèses soutenues contre quinze lors de période précédente) proviennent d'origines variées, contribuant à la dynamique de l'unité.

Les compétences et l'implication du personnel d'appui à la recherche constituent un atout important pour l'unité, avec en particulier un important support en mécanique, essentiel pour une unité à forte composante expérimentale. Les connexions avec les autres unités du site et la présence de réseaux métiers offrent également des possibilités quand les solutions ne peuvent être trouvées en interne. De plus, après plusieurs années difficiles, le service administratif vient d'être renforcé par un recrutement récent, ce qui permet d'envisager l'avenir plus sereinement.

La mutualisation des équipements, avec la création récente d'une plateforme de caractérisation des fluides et des poudres, illustre un effort collectif de la gestion des moyens. Par ailleurs, l'attractivité de l'UPS permet d'accroître le flux de nouveaux étudiants comme l'atteste le nombre croissant de doctorants. Les succès significatifs aux appels d'offres locaux (IDEX et Labex), nationaux (huit projets financés par l'ANR dont cinq portés par l'unité, un PEPS) et internationaux (ERC, Fondation Simons) témoignent de la compétitivité et du rayonnement scientifique du FAST. Les ressources propres de l'unité représentent ainsi 6,3 M€ soit 86 % de ses ressources financières fournissant les moyens à l'unité pour réaliser sa recherche.

### Points faibles et risques liés au contexte

L'unité rencontre des difficultés concernant l'évolution de carrière de ses enseignants-chercheurs, conduisant à un fort déséquilibre (deux professeurs pour quinze maîtres de conférences), qui peut freiner la motivation voire conduire à la fuite de talents.

Le nombre de MCF HDR (2) encore relativement faible peut représenter une difficulté pour l'encadrement de la recherche. La question des futurs recrutements reste ouverte, notamment quant à la pertinence de définir des thématiques prioritaires que l'unité souhaite maintenir.

Concernant les collaborations industrielles, compte tenu du potentiel de l'unité, elles sont relativement faibles ce qui limite la diversification des sources de financements et les possibilités de liens consolidés avec le monde socioéconomique.

Malgré la forte activité expérimentale de l'unité et l'émergence de nouveaux projets expérimentaux, le soutien en instrumentation ne repose que sur un PAR, bien que la direction ait sollicité le recrutement d'un apprenti.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité se distingue par une ambiance de travail positive et conviviale. L'intégration dans de nouveaux locaux neufs et fonctionnels est un vrai atout pour la vie de l'unité. Un effort significatif a été porté sur les questions d'hygiène et de sécurité, avec des initiatives concrètes telles que la création d'un livret d'accueil pour sensibiliser aux risques et aux bonnes pratiques, une visite d'accueil pour les nouveaux entrants, des actions contre les discriminations ainsi que les violences sexistes et sexuelles et la mise en place de procédures pour l'évacuation des déchets biologiques. Des rideaux occultants ont été installés pour assurer la sécurité autour des installations laser et le déménagement récent a permis une mise aux normes des machines-outils, renforçant la sécurité des environnements de travail.

#### Points faibles et risques liés au contexte

Actuellement, la gestion courante de l'unité repose principalement sur le directeur en interaction avec les responsables d'équipes lorsque nécessaire. La proposition de mettre en place une direction adjointe ainsi qu'un comité de direction (Codir) apparaît comme une évolution positive, qui allègera la charge sur le directeur, et entérinera un fonctionnement collégial.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

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

Grâce à son rayonnement scientifique, l'unité bénéficie d'une très bonne attractivité comme l'atteste le nombre de jeunes chercheurs attirés par l'unité, notamment avec des candidatures régulières pour des postes de CR au CNRS et un vivier de très bons candidats sur les postes de maîtres de conférences. L'unité se distingue par ses réussites récentes à des appels à projets diversifiés, tant internationaux que nationaux et locaux, ce qui témoigne de son dynamisme et de son rayonnement. Les nouveaux locaux, modernes et bien équipés, offrent un cadre de travail optimal qui a également participé à accroître l'attractivité de l'unité. Un atout majeur de l'attractivité de l'unité est également le développement de l'UPS, qui permet d'élargir le bassin d'étudiants potentiels et fournir un environnement scientifique et universitaire d'excellence, avec une visibilité internationale.

- 1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.*
- 2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.*
- 3/ L'unité est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.*
- 4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.*

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

L'unité bénéficie d'un rayonnement scientifique national et international indiscutable, comme en témoignent les 39 conférences invitées, les séjours de recherche à l'étranger de plusieurs membres, et les nombreuses collaborations avec des unités prestigieuses en France et à l'international (Pays-Bas, Norvège, Suisse, Royaume-Uni, États-Unis, Japon, Chili, Argentine). L'accueil régulier d'invités et la mise en place d'un IEA (International Emerging Action du CNRS) avec le Chili illustrent cette dynamique d'ouverture internationale. Les membres de

L'unité montrent un grand dynamisme dans l'organisation d'évènements scientifiques, avec une participation à treize manifestations (trois écoles des Houches, sessions à l'AGU<sup>1</sup>, à l'ICTAM<sup>2</sup>, aux JMC<sup>3</sup>), et s'impliquent fortement dans les instances locales et nationales, au niveau de l'université comme dans des GDR (GDR SLAMM) et au CNU (membres nommés en sections 60 et 28).

L'attractivité de l'unité est également révélée par l'augmentation significative du nombre de doctorants (+ 5 thèses soutenues et +10 doctorants par rapport à la précédente période) et par l'arrivée de nouveaux membres soit en mobilité, soit en recrutement. L'existence d'un financement fourni aux nouveaux entrants par l'unité, le CNRS et l'université est un point fort.

Sur le plan financier, la réussite aux appels d'offres est importante, tant à l'échelle locale (Labex, IDEX) que nationale (huit projets financés par l'ANR dont cinq en qualité de porteur, collaborations avec le ministère de la Culture) et internationale (un projet portant sur la caractérisation des différents régimes de convection dans les planètes financé par l'ERC, un projet financé par la Fondation Simons pour étudier la turbulence d'ondes internes de gravité), témoignant d'une très bonne dynamique. L'unité se distingue également par les prix prestigieux reçus par certains de ses membres, comme la Love Medal de l'EGU<sup>4</sup>, le titre de Fellow de l'AGU et la distinction de la Heat Transfer Society of Japan.

Les nouveaux locaux modernes et fonctionnels, ainsi que la plateforme de caractérisation en cours de développement, renforcent encore l'attractivité de l'unité en direction à la fois des chercheurs et des partenaires industriels. Enfin, le personnel qualifié et engagé dans des services bien structurés contribue à faire du FAST une unité attractive, bénéficiant de la dynamique portée par l'Université Paris-Saclay.

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

Plusieurs thématiques qui participent fortement au rayonnement de l'unité sont sous critiques en matière de nombre de personnels, et parvenir à les consolider sur des recrutements ou mobilités futures reste un challenge. Un autre point d'attention pour l'avenir et l'attractivité de l'unité porte sur les difficultés rencontrées dans les promotions de MCF à PR qui font peser un risque de démotivation, voire de départs, qui pourrait fragiliser certaines thématiques.

Compte tenu de la dynamique très positive de l'unité et des succès rencontrés aux appels à projet, le comité s'étonne qu'il n'y ait pas plus de candidatures aux appels d'offre européens (ERC, Horizon Europe Marie Curie)). Il faut noter que la mise en route du projet ERC obtenu par l'unité, bien que marquant un succès majeur, a rencontré des obstacles administratifs soulignant la nécessité d'un soutien plus facilitateur des services administratifs des tutelles pour ce type de projets d'ampleur. Par ailleurs, la coordination entre les différentes tutelles pose certaines difficultés dans la gestion, du fait que le CNRS soit gestionnaire et l'UPS soit l'hébergeur. Enfin, les doctorants ont souligné des soucis de communications avec l'école doctorale SMEMaG notamment sur les cours à suivre ainsi que les enseignements à réaliser et le système de comptage de crédits.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

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

L'unité se distingue par une production scientifique d'excellente qualité, avec de nombreuses publications dans les meilleures revues internationales spécialisées, ainsi que plusieurs articles dans des journaux généralistes à très fort impact. La diversité des sujets abordés et l'étendue des thématiques de recherche de l'unité se retrouvent dans le choix judicieux et varié des revues, reflétant également l'interdisciplinarité de l'unité, avec des contributions notables dans des revues de géophysique et dans une moindre mesure dans des revues en biologie.

<sup>1</sup> American Geophysical Union

<sup>2</sup> International Congress of Theoretical and Applied Mechanics

<sup>3</sup> Journées de la Matière Condensée

<sup>4</sup> European Geosciences Union

- 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

L'unité se distingue par une production scientifique de très grande qualité, avec des publications dans les meilleures revues spécialisées de ses domaines de recherche, comme J. Fluid. Mech., Phys. Rev. Fluids, Soft Matter, J. Geophys. Res. Elle contribue également à des journaux généralistes très sélectifs, comme Phys. Rev. Lett., Phys. Rev. X, Nat. Commun., soulignant l'impact et la portée des travaux. Plusieurs articles ont d'ailleurs eu un écho important, repris dans des nouvelles scientifiques (Physics, Science X, Pour la science, la Recherche) et dans la presse grand public (Le Monde, l'Obs, The Conversation), renforçant le rayonnement de l'unité. La variété des journaux dans lesquels les articles sont publiés illustre la diversité des recherches de l'unité.

En matière quantitative, l'unité a maintenu au cours de la période, une moyenne de 1,2 article par an et par permanent, avec une répartition homogène de cette production entre les différentes équipes. Les doctorants et post-doctorants participent activement à ces publications, témoignant de leur intégration réussie dans les projets de recherche.

Les membres de l'unité montrent une adhésion à la science ouverte, avec une politique incitative de dépôt des publications sur la plateforme HAL, favorisant ainsi l'accès libre aux résultats des recherches. On peut également noter l'absence de publications dans des revues prédatrices, preuve d'une certaine exigence dans le choix des revues.

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

Au vu du grand nombre de thématiques pour une unité de cette taille, certaines ne sont portées que par un membre, ce qui peut constituer un risque de dispersion.

L'unité ne possède pas d'expertise spécifique en calcul et simulation numérique, mais va chercher ces compétences lors de collaborations, ce qui peut représenter une fragilité.

## DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

L'unité affiche une dynamique d'ouverture vers le monde industriel. Elle est cependant en retrait, compte tenu du potentiel de ses recherches.

L'unité se distingue par une implication remarquable dans les actions de vulgarisation scientifique. En accueillant des classes, en organisant des expositions et des conférences, en participant activement à des émissions de radio ou à des articles dans des journaux grand public, le FAST joue un rôle important dans la diffusion des connaissances scientifiques en mécanique des fluides.

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

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

L'unité développe des interactions croissantes avec des partenaires industriels tels que L'Oréal, Air Liquide, la SNCF, consolidant ainsi son ouverture vers le monde socioéconomique. Concernant la valorisation, l'unité a déposé un brevet sur la mesure des propriétés rhéologiques de fluides biologiques, dont l'utilisation est en discussion avec une entreprise (Solétanche Bachy).

L'unité se distingue également par son implication sur un sujet concernant le patrimoine culturel avec la DRAC, en étudiant le phénomène de vermiculation, contribuant ainsi à la préservation des grottes ornées.

Par ailleurs, son engagement vers le grand public est remarquable. Avec des conférences grand public (Pint of science, fête de la science, MATH. en. JEANS...), de nombreux articles dans la presse grand public (Le Monde, La Recherche, Pour la Science...) et des interventions dans des émissions de radio (France Inter), l'unité joue un rôle majeur dans la vulgarisation scientifique de la mécanique des fluides. Elle a également contribué à la publication du livre « L'impermanence du monde : la physique de l'éphémère », offrant une approche pédagogique et accessible de la physique macroscopique. Elle accueille des classes de tous niveaux via des initiatives comme la Maison d'Initiation et de Sensibilisation aux Sciences et participe naturellement à la Fête de la Science.

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

Compte tenu du potentiel de l'unité et de certains sujets à visée technologique (méta-matériaux, milieux granulaires, robotique...), les interactions avec les industriels sont en retrait, limitant la possibilité d'une diversification des sources de financements.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

L'unité propose de poursuivre une dynamique recherche soutenue au sein de ses différentes équipes, avec la poursuite des recherches en cours ainsi que l'exploration de sujets prometteurs et nouveaux tels que la modélisation expérimentale de la dynamique interne des planètes, les interactions entre milieux granulaires et fibres et entre milieux granulaires et robots, la turbulence stratifiée et en rotation, ainsi que les milieux bio-inspirés. Ce foisonnement d'idées témoigne de la créativité des chercheurs.

Sur le plan de l'évolution des moyens humains, une réflexion est en cours pour renforcer la synergie avec les sciences de la Terre et de l'Univers, ce qui est indispensable, afin de pérenniser les activités en géophysique, domaine essentiel de l'unité mais fragile. Dans une perspective d'expansion telle que discutée par le directeur, une question cruciale reste de déterminer dans quelle direction l'unité souhaite croître, afin de s'assurer que tout développement s'aligne avec ses priorités stratégiques.

Enfin sur le plan de l'organisation de l'unité, l'évolution proposée vers une structuration interne plus formalisée, avec la mise en place d'un comité de direction (Codir) et la création du poste de directeur adjoint, constitue une avancée notable. Ces changements renforceront la gouvernance, faciliteront les prises de décision collectives et assureront une coordination entre les différentes équipes et projets.

## RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

L'unité est encouragée à poursuivre sa structuration interne, notamment avec la mise en place d'un comité de direction (CoDir) et d'une direction adjointe, qui constitue des évolutions positives pour la gouvernance et la coordination des activités.

La poursuite et le renforcement des démarches de mutualisation et de construction collective au sein de l'unité sont également à encourager, pour maintenir la bonne dynamique de cohésion et de construction d'un environnement de recherche partagé et efficace.

La recherche d'excellence menée au sein du FAST mériterait sans doute un affichage plus structuré, même s'il ne correspond pas forcément à l'organisation fonctionnelle en matière d'équipes. Identifier et afficher plus clairement quelques points forts des thématiques de recherche permettrait de mieux valoriser les atouts de l'unité et de clarifier sa stratégie scientifique, tant pour ses tutelles que pour ses partenaires extérieurs.

Concernant les ressources humaines, l'unité qui est à très forte composante expérimentale, bénéficierait du renforcement de son service instrumentation.

L'unité veillera également à accompagner le développement de compétences des services techniques pour appuyer ses besoins croissants, notamment face aux évolutions technologiques et à la complexité accrue des projets.

Il serait également souhaitable d'augmenter le nombre de HDR, afin de favoriser l'émergence de nouveaux encadrants.

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

L'unité est encouragée à maintenir la dynamique actuelle de croissance du nombre de doctorants, en capitalisant sur l'attractivité renforcée par les nouveaux locaux et le développement de l'UPS.

Le comité recommande de maintenir une politique proactive pour proposer des candidats de qualité au CNRS, en tentant l'ouverture proposée par la nouvelle direction vers les sciences de la terre et de l'univers, ce qui permettrait de renforcer les effectifs permanents et de consolider des thématiques phares, mais fragiles de l'unité.

Il est essentiel pour l'unité de préserver le réseau collaboratif, tant au niveau national qu'international. Ce réseau constitue une véritable force de l'unité et contribue à son rayonnement scientifique.

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

L'unité est vivement encouragée à poursuivre la production scientifique de grande qualité qui caractérise ses activités, en maintenant ce haut niveau d'exigence pour ses publications dans les meilleures revues spécialisées et généralistes.

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

Au regard de l'expertise et des thématiques abordées dans l'unité, le comité invite l'unité à amplifier les collaborations industrielles. Ces partenariats, outre la diversité des financements qu'ils offrent, peuvent également être une source d'inspiration et d'enrichissement pour certaines thématiques de recherche.

L'unité est encouragée à poursuivre son implication remarquable dans la diffusion scientifique auprès du grand public. Les actions actuelles, telles que les conférences, expositions, publications de vulgarisation, participations médiatiques, contribuent à renforcer le lien entre la science et la société, tout en valorisant ses travaux.

# ÉVALUATION PAR ÉQUIPE OU PAR THÈME

**Équipe 1 :** Instabilités, Ondes et Turbulence (IOT)

Nom du responsable : M. Frédéric Moisy

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'équipe Instabilités, Ondes et Turbulence (IOT) se répartissent dans trois axes thématiques :

1. Turbulence d'ondes dans les fluides stratifiés en densité ou en rotation ;
2. Mécanique des fluides en géométries minces et élancées ;
3. Interaction entre ondes de surface, vent et objets flottants.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Conformément aux recommandations faites dans le précédent rapport, l'équipe a maintenu son dynamisme avec 36 publications au cours de la période (1,5 ACL/ETP/an) dans les meilleurs journaux du domaine (J. Fluid Mech., Phys. Rev. Fluids) et sept projets de recherche (trois financés par des Labex, trois financés par l'ANR, un financé par la fondation Simons).

Une autre recommandation portait sur l'ouverture à des sujets plus appliqués afin de diversifier les sources de financement. Les succès rencontrés en réponse à des appels d'offres nationaux (trois projets financés par l'ANR dont deux portés par l'équipe) et un appel à projet international (fondation Simons), ainsi qu'une orientation accrue vers des problématiques liées à la géophysique et au climat expliquent que l'équipe n'a pas encore diversifié ses thématiques en direction de sujets industriels.

La question du maintien de l'équipe IOT qui avait été posée compte tenu de son effectif relativement réduit, demeure d'actualité, car celui-ci n'a pas évolué depuis la dernière évaluation. Deux chercheurs, porteurs du thème Mécanique des fluides en géométries minces et élancées, sont désormais émérites. Toutefois, l'équipe a été renforcée par l'arrivée d'un enseignant-chercheur, suite à un changement d'unité, qui contribue au développement du thème Interaction entre ondes de surface, vent et objets flottants.

Enfin, des interrogations portaient sur la pérennité des activités en fin de financement. L'équipe a répondu à ces enjeux par un bon succès à des appels d'offres, avec des financements de l'ANR et de la fondation Simons pour ses travaux sur la turbulence d'ondes.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maitres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>4</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	2
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>5</b>
<b>Total personnels</b>	<b>9</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe développe une activité de recherche fondamentale de très bon niveau. Au cours de la période de référence, la production scientifique est restée soutenue et de très grande qualité. Les articles sont publiés dans les meilleurs journaux du domaine. Les thématiques sont reconnues internationalement, par exemple la turbulence d'ondes financée par la fondation Simons. Des collaborations nationales et internationales, au meilleur niveau, existent sur les différents thèmes. Les trois thématiques de l'équipe sont peu connectées, ce qui constitue un frein pour la cohérence d'ensemble de l'équipe. Les activités de valorisation et de transfert sont en retrait.

### Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'équipe est soutenue avec 36 publications dans des revues internationales au cours de la période représentant 1,5 ACL/ETP/an. Elle est de très grande qualité, offrant ainsi une grande visibilité internationale aux travaux réalisés. Les exemples suivants illustrent cette visibilité : les travaux sur la turbulence d'ondes sont soutenus par un projet international financé par la fondation Simons ; les travaux sur les filaments visqueux en lien avec le manteau terrestre ont fait l'objet de la publication d'un ouvrage de référence aux éditions Flammarion ; les publications sur l'interaction vent-vagues ont été réalisées dans les meilleurs journaux du domaine (J. Fluid Mech., Phys. Rev. Fluids).

L'attractivité de l'équipe se manifeste par l'arrivée, en 2023, d'un enseignant-chercheur par changement d'unité. L'interdisciplinarité, particulièrement marquée par des liens étroits avec la géodynamique, et plus récemment le transport de polluants, ouvre des perspectives de collaborations stimulantes à l'intérieur et à l'extérieur de l'unité (LISN, LadHyX, Institut Jean Le Rond D'Alembert, Laboratoire de Physique de l'ENS Lyon, Stanford University, université de Hong-Kong).

L'équipe a rencontré plusieurs succès en réponse à des appels à projets locaux (trois projets financés par des Labex), nationaux (trois projets financés par l'ANR dont deux portés par l'équipe) et un appel à projet international (fondation Simons).

### Points faibles et risques liés au contexte

Les thèmes de recherche sont segmentés, chacun étant porté par un ou deux chercheurs, ce qui reflète une fragilité, liée à un effectif global réduit.

La pérennité de certains thèmes, comme celui sur la « mécanique des fluides en géométries minces » porté par deux chercheurs émérites, est compromise. Cela peut entraîner un risque d'affaiblissement de l'interdisciplinarité avec la géophysique.

Les activités de valorisation et de transfert sont en retrait. Le comité ne note aucun contrat industriel au cours de la période.

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe IOT propose de poursuivre les activités de recherche sur l'ensemble des thèmes, ce qui est une excellente chose compte tenu de la qualité du bilan scientifique. Le comité s'inquiète cependant de l'évolution des effectifs de l'équipe. En effet, en dehors des chercheurs émérites, l'équipe repose uniquement sur deux chercheurs seniors et deux MCF. Une réflexion autour du maintien de l'équipe aurait dû être engagée, d'autant plus que la recommandation avait été faite lors de la dernière évaluation.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est encouragée à poursuivre ses travaux de très grande qualité qui contribue au rayonnement scientifique de l'unité.

Compte tenu des effectifs, une réflexion stratégique sur le maintien de l'équipe dans son périmètre actuel apparaît importante à mener au sein de l'unité.

Le comité invite l'équipe à diversifier ses sources de financement vers des partenariats industriels.

Les membres de l'équipe pourraient encadrer plus de doctorants et de post-doctorants (trois thèses soutenues et cinq post-doctorants au cours de la période), dans un souci de formation et de transmission de leur expertise.

**Équipe 2 :** Convection et Transferts (CT)

Nom du responsable : M. Frédéric Doumenc

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Convection et Transferts (CT) développe trois thématiques principales :

1. L'étude de la dynamique de l'intérieur des planètes. Les phénomènes physiques à grande échelle, responsables de l'évolution des planètes, sont étudiés par couplage entre modèles de laboratoire, simulations numériques et théorie ;
2. L'étude de la conservation des grottes ornées. L'équipe reproduit le phénomène de vermiculation en laboratoire ;
3. L'étude des films minces en plan incliné et en présence d'écoulement gazeux.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La première recommandation concernait le maintien du dynamisme. L'équipe a conservé son dynamisme en obtenant notamment un projet financé par l'ERC, menant une activité au plus haut niveau international, et ce malgré un faible nombre de permanents. L'activité repose donc en partie sur les non permanents, doctorants et post-doctorants que l'équipe a attirés.

Une deuxième recommandation était d'encourager les membres à soutenir une HDR, ce qui n'a pas été réalisé.

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

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

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe fait preuve d'un grand dynamisme, menant une recherche de niveau international. L'activité en géophysique se distingue par son originalité et son impact, attestés par l'obtention d'un projet financé par l'ERC. L'étude des grottes ornées connaît un développement significatif, porté par une collaboration innovante et fructueuse avec le ministère de la Culture. L'activité sur les films minces bénéficie d'un soutien solide grâce à un partenariat avec Air Liquide, tout en élargissant son champ d'application à des recherches prometteuses dans le domaine médical. La qualité scientifique des travaux menés par l'équipe est illustrée par un taux élevé de publications dans les meilleures revues de ses thématiques, confirmant son excellence académique.

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a une très bonne production scientifique avec 34 articles dans des revues internationales, soit 1,26 ACL/ETP/an, publiés dans les meilleurs journaux des thématiques concernées (J. Geophys. Res., Int. J. Therm. Sci., J. Fluid. Mec).

La thématique étudiant la dynamique de l'intérieur des planètes est une thématique phare de l'équipe, actuellement dynamisée par le projet Soft Planet financé par l'ERC. Elle concerne des travaux expérimentaux, théoriques et numériques constituant une approche extrêmement innovante (en mélangeant la modélisation hydrodynamique de la convection et la rhéologie de matériaux), originale et presque unique au monde. Dans ce cadre, un membre de l'équipe participera comme co-investigatrice dans la mission de la Nasa « Veritas » qui se prépare à envoyer une navette exploratrice sur Vénus. Au cours de la période, cette thématique a produit un nombre très élevé de publications (18), toutes dans les meilleures revues de géophysique (J. Geophys. Res., Geophys. J. Int., Earth and Planetary Science Letters). Le comité note également près de vingt conférences invitées notamment lors de conférences internationales de l'AGU, et de l'EGU<sup>5</sup>.

La thématique étudiant les films tombants bénéficie d'une collaboration de longue date avec Air Liquide, ce qui lui a permis d'obtenir le financement d'un dispositif Cifre (2022-2025). Cette thématique est en train de s'élargir vers le biomédical en étudiant les films de mucus (un projet financé par le Labex LaSIPS), ce qui a déjà donné lieu à une publication dans J. Fluid. Mec. (2023).

Les travaux sur les grottes ornées qui ont démarré il y a une dizaine d'années poursuivent leur développement et donnent aujourd'hui un nombre soutenu de publications (six au cours de la période) dans des très bons journaux comme Int. J. Therm. Sci. (2019, 2022).

L'équipe rencontre un taux de succès assez important en réponse aux appels à projets régionaux (trois projets financés par les Labex PALM et LaSIPS), nationaux (un projet financé par l'ANR) et internationaux avec le projet Soft Planet financé par l'ERC.

## Points faibles et risques liés au contexte

Bien que l'équipe présente une très bonne activité, le nombre de permanents (6) reste limité compte tenu de la diversité des thématiques abordées.

Le nombre de thèses soutenues (4) et en cours (3) et le nombre de post-docs (6) dans la période de référence est tout à fait raisonnable. Néanmoins, le manque de nouvelles recrues pourrait se révéler à moyen terme comme un vrai handicap.

Des difficultés administratives liées à la mise en place du projet Soft Planet de l'ERC sont trop présentes. Les contraintes évoquées pourraient freiner les chercheurs désireux de poser des nouvelles demandes de financements à l'ERC.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe garde une très bonne productivité, un taux de succès assez important aux appels à projets nationaux et internationaux. L'obtention du projet Soft Planet financé par l'ERC assurera dans un futur proche un développement fort de la thématique travaillant sur la dynamique de l'intérieur des planètes. Ce succès contribue également à l'obtention d'équipement servant plus largement l'unité, ce qui est très appréciable. Les autres thématiques offrent de belles perspectives collaboratives avec d'une part le ministère de la Culture pour ce qui concerne la poursuite des travaux sur les grottes ornées, et d'autre part avec Air Liquide pour la poursuite des travaux sur les films liquides tombants. La trajectoire de l'équipe évolue vers des projets plus larges (mission de la Nasa « Veritas », climatologie des grottes) et novateurs tels que les travaux sur le film de mucus qui ouvre de nouvelles perspectives de recherche intéressantes. Ces évolutions constituent un point positif et témoignent d'une grande créativité des chercheurs. Le faible nombre de permanents dans l'équipe demeure un point pouvant limiter ces évolutions.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe mène des activités de tout premier plan et qui contribuent de façon remarquable à la reconnaissance internationale de l'unité. Néanmoins, la pyramide des âges est défavorable à l'équipe et le recrutement de jeunes chercheurs devient un point critique. Une réflexion au sein de l'unité et plus largement avec les instituts du CNRS doit être menée par l'équipe à ce sujet pour se renforcer.

---

<sup>5</sup> European Geosciences Union

**Équipe 3 :** Granulaires et Suspensions (GS)

Nom du responsable : M. Philippe Gondret

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'équipe Granulaires et suspensions (GS) se répartissent en trois axes thématiques complémentaires :

1. Comportements mécaniques et rhéologie ;
2. Mobilité au sein d'un milieu granulaire ;
3. Écoulements naturels.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Il avait été recommandé à l'équipe une vigilance sur le renouvellement de ses ressources financières, possiblement au moyen d'une diversification de ces dernières. Sur cet aspect, le nombre de succès que l'équipe a obtenu en réponse à des appels à projets nationaux (deux projets financés par l'ANR en qualité de porteur) et locaux (cinq projets financés par des Labex ou par l'UPS) est important et a permis de maintenir des ressources adaptées. En revanche, il n'y a pas eu de diversification vers le monde socioéconomique.

L'équipe était incitée à accroître son potentiel d'encadrement et le nombre de doctorants formés. L'équipe a répondu à cette recommandation puisque ces deux indicateurs sont en hausse (un HDR soutenu lors de la période, dix doctorants au cours de la période dont six soutenances de thèses contre deux soutenances lors de la précédente période). Néanmoins, le faible nombre d'HDR (2) de l'équipe demeure en deçà de son potentiel (sept permanents), et le nombre de thèses soutenues encore relativement faible par rapport à la taille de l'équipe et au dynamisme de ses activités.

La dernière recommandation consistait à veiller à ce que l'ensemble des membres de l'équipe restent impliqués dans la très bonne dynamique collective. Cette recommandation a été suivie puisque tous ses membres sont impliqués dans des travaux de l'équipe et cosignataires de publications dans des revues internationales.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maitres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>7</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	3
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>3</b>
<b>Total personnels</b>	<b>10</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe Granulaire et Suspension se distingue par une très forte cohérence thématique, qui lui permet de traiter des sujets originaux et de la plus grande qualité scientifique, comme l'atteste l'excellence de sa production scientifique. Ses activités à dominante expérimentale sont consolidées grâce à un fort réseau collaboratif complémentaire et à son expertise. L'équipe a légèrement cru durant la période de référence grâce à deux recrutements récents qui montrent son attractivité. Elle dispose de ressources financières et humaines adaptées, mais possède un faible potentiel d'encadrement doctoral (deux HDR). L'équipe ne valorise pas son expertise via des partenariats avec le monde socioéconomique.

### Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'équipe est d'excellente qualité, avec des publications, quasiment exclusivement dans les meilleurs journaux du domaine (J. Fluid Mech., Phys. Rev. Fluid, Phys. Rev. E, Phys. Fluids, Soft Matter...), et dans des revues généralistes prestigieuses (Sci. Reports, Phys. Rev. Lett.). Le volume de la production est également très bon avec 34 articles publiés dans ces revues internationales, représentant 1,9 ACL/ETP/an.

La cohérence thématique est une véritable force de l'équipe, qui contribue à sa très bonne visibilité. L'équipe développe une approche à dominante expérimentale, originale et reconnue, avec de multiples collaborations nationales (PMMH à Paris, IUSTI Marseille...) et internationales (FIUBA en Argentine, USACH au Chili...), pertinentes et complémentaires, notamment sur les aspects numériques.

Avec deux recrutements récents (un MCF et un chargé de recherche), l'attractivité de l'équipe est indéniable. Ils ont été accueillis dans d'excellentes conditions, notamment par un soutien financier de l'unité, qui complète celui des tutelles. En outre, l'un d'eux est porteur d'une ANR JCJC. Ces recrutements ont permis d'équilibrer la pyramide des âges.

L'équipe dispose de ressources financières suffisantes, essentiellement grâce à un nombre important de succès à des appels à projets locaux (cinq projets financés par des Labex ou par l'UPS) et nationaux (deux projets financés par l'ANR en qualité de porteur).

### Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe ne compte que deux membres HDR, ce qui limite le nombre de doctorants formés, qui demeure relativement faible (six thèses soutenues au cours de la période), compte tenu de son excellent dynamisme scientifique.

L'équipe ne valorise pas son expertise via des partenariats avec le monde socioéconomique. Ses ressources reposent uniquement sur des financements publics.

Malgré deux recrutements récents, le potentiel de l'équipe souffre de ressources humaines limitées, dans la mesure où presque tous ses membres sont enseignants-chercheurs (six enseignants-chercheurs sur sept permanents), qui pour certains sont fortement impliqués dans les activités administratives (vice-doyen de la faculté d'Orsay, vice-président du département de physique de la faculté d'Orsay) et de formation (Licence).

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe poursuit de manière pertinente ses activités dans le domaine des milieux granulaires et suspensions, tout en renouvelant significativement les problématiques scientifiques. La trajectoire de l'équipe est cohérente avec son expertise et sa taille. Les renouvellements concernent par exemple la locomotion au sein d'un milieu granulaire, les interactions entre les objets déformables et les milieux granulaires, ou ceux en lien avec la mécanique de milieux fibrés. Ces nouveaux sujets apparaissent originaux et prometteurs.

Il faut également noter une montée en puissance des activités liées aux écoulements naturels (tsunamis provoqués par glissement de terrain, érosion par tourbillons...), dont la maturité permet à l'équipe de porter des projets collaboratifs et interdisciplinaires d'envergure. Ces activités sont originales et lui ont déjà permis d'obtenir une reconnaissance internationale qui est amenée à se consolider, notamment grâce aux projets en cours pour lesquels des retombées sociétales sont attendues. Enfin, la volonté de mutualiser les efforts avec l'équipe MPF autour des suspensions de particules actives est à saluer.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe doit prioritairement maintenir la qualité et l'originalité de ses travaux, l'excellence de sa production scientifique, et pérenniser son réseau collaboratif existant.

Le comité invite l'équipe à diversifier ses sources de financement, notamment au moyen de contrats avec le monde socioéconomique.

Accroître le potentiel d'encadrement doctoral en augmentant le nombre de HDR permettrait de poursuivre la dynamique d'augmentation du nombre de docteurs de l'équipe.

**Équipe 4 :** Milieux Poreux et Fracturés (MPF)

Nom du responsable : M. Ludovic Pauchard

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe « Milieux Poreux et Fracturés » (MPF) développe quatre thématiques principales :

1. Écoulements complexes en milieux poreux hétérogènes (fluides à seuil, écoulements dysphasiques) ;
2. Matière active et biofluidique ;
3. Structuration et instabilités dans les systèmes complexes ;
4. Matériaux architecturés et bio-inspirés.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe était encouragée à maintenir son dynamisme, ce qu'elle a fait avec 65 articles publiés dans des revues internationales du meilleur niveau (J. Fluid Mech., Phys. Rev. Fluids...) représentant 1,54 ACL/ETP/an, en plus de se renforcer avec l'arrivée de deux enseignants-chercheurs en mutation.

L'équipe était invitée à mettre en place une animation légère, afin de permettre le partage d'information, et de consolider la mutualisation des moyens. Elle a suivi cette recommandation en instaurant des réunions mensuelles, qui se déroulent en salle d'expérimentations, et qui permettent aux membres de suivre les travaux de l'ensemble de l'équipe.

Il avait été recommandé à l'équipe d'être vigilante sur ses ressources financières et de les diversifier. Au cours de la période de référence, l'équipe est restée très dynamique en obtenant des succès aux appels à projets locaux (quatre projets financés par des Labex) et nationaux (trois projets financés par l'ANR dont un en qualité de porteur, deux projets financés par la MITI du CNRS). Même si les collaborations avec l'industrie demeurent minoritaires, le comité a relevé une dynamique très positive (contrats avec l'IFPEN et avec L'Oréal).

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maitres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>8</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	5
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>7</b>
<b>Total personnels</b>	<b>15</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe mène des recherches originales et de haut niveau scientifique, conduisant à une production soutenue dans les meilleurs journaux du domaine. Si une partie des thématiques concerne des activités historiques (milieux poreux hétérogènes), des axes émergents pertinents ont été développés, avec succès, pendant la période, en s'appuyant sur l'arrivée de nouveaux EC et sur des collaborations nationales et internationales nombreuses et pertinentes. Les thématiques traitées par l'équipe sont très variées, permettant l'émergence de sujets innovants, mais elles reposent sur un petit nombre de chercheurs et d'EC. Cela constitue un risque quant à leur pérennité, et un frein à leurs développements.

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe se distingue par une production scientifique de la plus grande qualité, réalisée quasiment exclusivement dans les meilleurs journaux du domaine (J. Fluid Mech., Phys. Rev. Fluids, Phys. Fluids, Soft Matter...). Le caractère novateur et original est en outre attesté par un nombre significatif de travaux publiés dans de prestigieuses revues généralistes (Phys. Rev. Lett, Nature comm., PNAS). Le volume de la production est également très appréciable avec 65 articles publiés dans ces revues internationales du meilleur niveau représentant 1,54 ACL/ETP/an.

L'équipe a démontré sa capacité à développer avec succès des thèmes émergents, comme la matière active et la biofluidique, ainsi que les matériaux architecturés. Elle a maintenu un niveau de ressourcement adapté via des succès aux appels à projets locaux (quatre projets financés par des Labex) et nationaux (trois projets financés par l'ANR dont un en qualité de porteur et deux projets financés par la MITI du CNRS).

Avec treize doctorants (sept thèses soutenues et six en cours) au cours de la période, l'équipe a été très attractive.

Son attractivité est également attestée par l'accueil et l'intégration réussis de deux nouveaux enseignants-chercheurs. Par ailleurs, elle compte des membres émérites dynamiques qui contribuent à la pérennité de ses activités.

Sur le plan des collaborations, l'équipe bénéficie d'un réseau étendu, solide et pertinent, aussi bien au niveau national qu'international (Université de Buenos Aires, MIT...). Elle est active dans l'organisation de conférences scientifiques (European Coating Symposium, mini-colloque lors des JMC, Journées d'Études des Milieux Poreux). Elle est insérée dans des réseaux à l'échelle locale (Université Paris-Saclay) et nationale (codirection du GDR SLAMM) et compte de nombreuses interventions (9) en tant qu'invitée lors d'événements scientifiques (12<sup>th</sup> European Fluid Mechanics Conference, Winter School Q-Life ENS Paris...).

### Points faibles et risques liés au contexte

Les thématiques scientifiques poursuivies par l'équipe sont diverses, mais reposent pour la plupart sur un très faible nombre de chercheurs et EC. Le thème des « milieux poreux hétérogènes » repose sur deux membres et celui des « matériaux architecturés » également. Ces deux thèmes présentent un risque d'isolement thématique. Le nom de l'équipe ne reflète que partiellement l'ensemble des activités, ce qui peut nuire à la visibilité de certains thèmes.

Les ressources provenant de contrats collaboratifs avec le monde socioéconomique représentent 233 k€ pour 746 k€ de ressources propres, soit 30 %. Bien que ce volume soit significatif, il représente deux contrats au cours de la période et il reste en deçà du potentiel de l'équipe composée de dix permanents.

Le nombre de thèses soutenues au cours de la période (6) demeure faible vis-à-vis de la taille de l'équipe, même s'il faut noter une dynamique nettement positive ces dernières années.

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire scientifique de l'équipe se caractérise par le maintien d'activités de très haut niveau autour des thématiques historiques que sont les écoulements complexes en milieux poreux et la structuration des systèmes complexes. Conjointement, le comité note la montée en puissance de thèmes émergents qui ont été développés au cours de la période, ce qui est particulièrement notable en biofluidique, thème sur lequel l'équipe a concentré avec succès une partie de ses forces. Les projets en cours et à venir de l'équipe se situent

dans une continuité thématique, ce qui semble pertinent et adapté, compte tenu de l'expertise et de la reconnaissance scientifique acquises. L'équipe vient de déposer quatre projets à l'ANR et un projet à la MITI pour se donner les moyens financiers de poursuivre sa trajectoire, ce qui confirme son dynamisme.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe doit prioritairement maintenir l'excellence de sa production scientifique, et consolider la dynamique positive constatée sur la formation doctorale.

L'équipe est invitée à veiller à la pérennisation de ses activités fragiles en termes de ressources humaines via l'accueil de jeunes chercheurs et EC, afin d'être en mesure de pallier le risque associé à l'implication décroissante de ses deux membres émérites.

L'équipe doit veiller à poursuivre la diversification de ses ressources financières, et mettre à profit son expertise pour accroître ses activités partenariales avec le monde socioéconomique.

Une réflexion sur le nom de l'équipe pourrait être menée, avec l'objectif de mieux refléter la diversité thématique de ses activités.

# DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

## DATES

**Début :** 14 novembre 2024 à 09 h 00

**Fin :** 15 novembre 2024 à 18 h 00

**Entretiens réalisés : en présentiel**

## PROGRAMME DES ENTRETIENS

Jeudi 14 novembre 2024

09 h 45 Accueil du comité CS, Comité, DU

10 h 00 - 10 h 10 Introduction de la visite par le conseiller scientifique (présentation de l'évaluation, du comité) P.A. Santoni - CS, Comité, ensemble de l'unité, représentants des tutelles - Petit Amphi

10 h 10 - 10 h 50 Présentation du bilan par le directeur de l'unité et discussion (20 min présentation + 20 mn discussion) - H. Auradou - Petit Amphi  
Bilan et perspectives des équipes - Petit Amphi

10 h 50 - 11 h 25 Exposé scientifique de l'équipe Granulaires et Suspensions (20 min présentation + 15 min discussion) - P. Gondret et G. Gauthier - Petit Amphi

11 h 25 - 12 h 00 Exposé scientifique de l'équipe Milieux Poreux et Fracturés (20 min présentation + 15 min discussion) - L. Pauchard - Petit Amphi

12 h 00 - 13 h 30 Réunion à huis clos des membres du comité et repas (plateaux-repas) CS, Comité - Salle du Conseil

13 h 30 - 14 h 05 Exposé scientifique de l'équipe Convection et Transferts (20 min présentation + 15 min discussion) - F. Doumenc - CS, Comité, ensemble de l'unité, représentants des tutelles - Petit Amphi

14 h 05 - 14 h 40 Exposé scientifique de l'équipe Instabilités, Ondes et Turbulence (20 min présentation + 15 min discussion) - F. Moisy - Petit Amphi

14 h 40 - 16 h 15 Visites des installations de l'unité - RDC Bâtiment 530

16 h 15 - 16 h 45 Pause-café

16 h 45 - 19 h 00 Premier débriefing à huis clos du comité - CS, Comité - Salle du Conseil

18 h 30 Départ pour l'hôtel puis le restaurant (dîner du comité) - CS, Comité

Vendredi 15 novembre 2024

08 h 40 Accueil du comité - CS, Comité, DU  
Trajectoire - CS, Comité, ensemble de l'unité, représentants des tutelles

08 h 55 - 09 h 30 Présentation par la direction actuelle et future de la trajectoire de l'unité incluant les perspectives (15 min présentation + 20 mn de discussion) - H. Auradou (DU) et P-P. Cortet (DU Adjoint) - CS, Comité, ensemble de l'unité, représentants des tutelles - Petit Amphi

09 h 30 - 10 h 00 Rencontre avec les personnels d'appui à la recherche : personnels administratifs et techniques - CS, Comité, PAR - Petit Amphi

10 h 00 - 10 h 30 Rencontre avec les doctorants et post-doctorants - CS, Comité, Doc et Post-Doc - Petit Amphi

10 h 30 - 11 h 00 Pause-café

11 h 00 - 11 h 30 Rencontre avec les personnels Chercheurs et Enseignant-Chercheurs - CS, Comité, EC/C, sans le DU et sans les responsables des équipes - Petit Amphi

11 h 30 - 12 h 00 Réunion du comité avec les responsables des équipes et des services - CS, Comité, responsables des équipes - Petit Amphi

12 h 00 - 12 h 30 Rencontre avec les représentants des tutelles - CS, Comité, tutelles - Petit Amphi

12 h 30 - 14 h 00 Session posters et déjeuner - CS, Comité, ensemble de l'unité, représentants des tutelles - Hall d'entrée Bât 530

14 h 00 - 14 h 30 Réunion du comité avec la direction actuelle et la direction future de l'unité - CS, Comité, DU, Porteur du projet - Salle du Conseil

14 h 30 - 17 h 00 Débriefing à huis clos du comité - CS, Comité - Salle du Conseil

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Les tutelles, Université Paris-Saclay et CNRS, n'émettent pas de réponse institutionnelle de type « Observations de portée générale ».

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

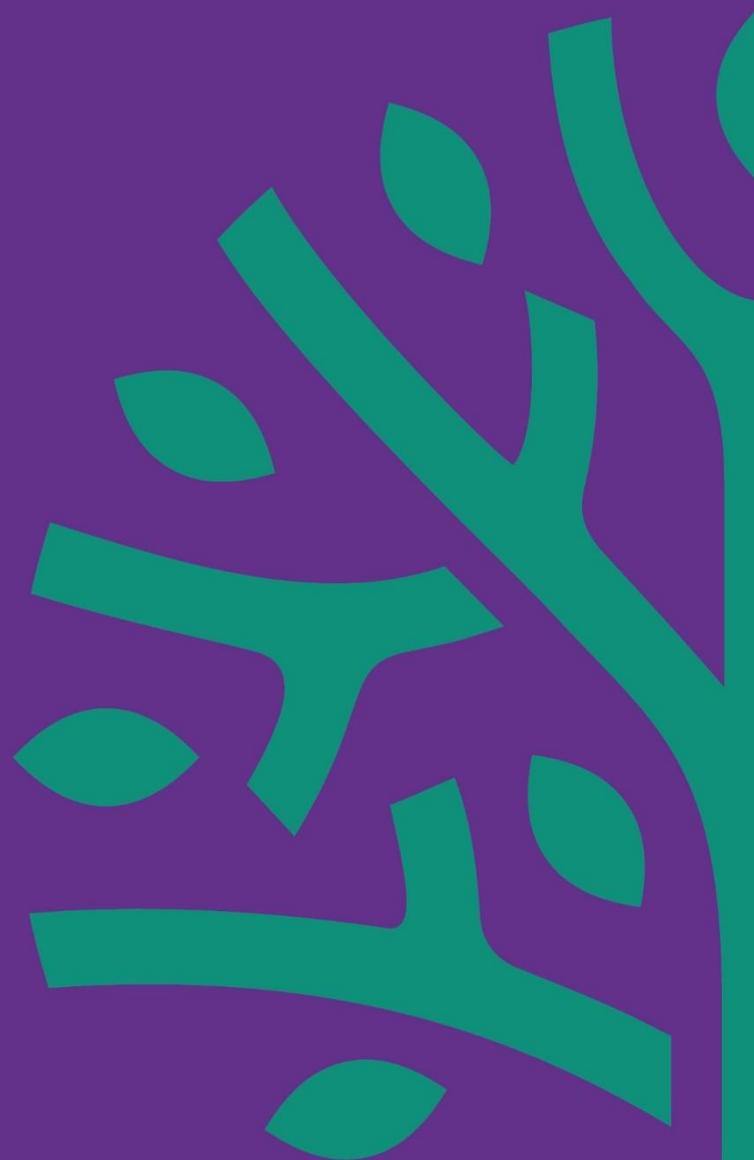
Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



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

