

# SYNTHÈSE DES ÉVALUATIONS DE LA RECHERCHE DE L'INSTITUT POLYTECHNIQUE DE PARIS

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

Rapport publié le 05/02/2026

# SOMMAIRE

I. Éléments de méthode .....	4
1. Périmètre des analyses produites.....	4
2. Affectation disciplinaire des unités de recherche .....	4
3. Structuration du document .....	4
Résumé analytique .....	5
Analyse globale .....	6
II. Caractérisation de la recherche de l'Institut polytechnique de Paris.....	15
Focus.....	16
1. Chiffres clefs de l'établissement .....	22
a) Tableau de répartition des effectifs de l'établissement et des unités de recherche par domaine ...	22
b) Tableaux de répartition des effectifs de l'établissement et des unités de recherche par panel .....	22
c) Contribution des écoles-membres de l'établissement .....	23
d) Partenaires de l'établissement .....	24
2. Caractérisation de l'écosystème de l'établissement .....	26
a) Quelques éléments de contexte liés à la création de l'Institut polytechnique de Paris .....	26
b) Une ambition pour 2030 : « devenir un institut pluridisciplinaire de science et de technologie de rang mondial » .....	27
c) Des partenariats institutionnels contribuant à l'identité scientifique de l'Institut polytechnique de Paris .....	28
d) Le cluster Paris-Saclay : un environnement favorable pour tisser des partenariats stratégiques avec les entreprises .....	30
3. Investissements d'avenir.....	30
a) Les laboratoires d'excellence.....	30
b) Les équipements d'excellence : équipex, équipex+ .....	31
c) Les écoles graduées .....	32
d) Les instituts Convergences .....	33
e) Le soutien à la structuration des centres interdisciplinaires : Excellences sous toutes ses formes, ASDESIR, IA-Cluster .....	33
f) Le pôle universitaire d'innovation.....	33
g) Les programmes et équipements prioritaires de recherche .....	34
4. Principales plateformes et grandes infrastructures .....	34
5. Structures et dispositifs dans le secteur de la santé .....	36
6. Principales structures de valorisation présentes sur le site .....	36
a) Les instituts Carnot.....	36
b) Les instituts de recherche technologiques .....	36
c) Les instituts pour la transition énergétique .....	37
d) Les instituts ou réseaux de recherche et d'innovation.....	37
e) La société d'accélération du transfert de technologies .....	38
f) Les incubateurs.....	38
g) Le pôle universitaire d'innovation .....	38
h) Les pôles de compétitivité.....	39
i) Les Fondations.....	39
7. Implication des collectivités territoriales .....	39
III. Évaluation de la recherche de l'Institut polytechnique de Paris .....	41
1. Domaine des sciences humaines et sociales .....	41
Focus.....	41
2. Domaine des sciences et technologies .....	51
Focus.....	51
3. Domaine des sciences du vivant et environnement .....	96
Focus.....	96
IV. Annexes .....	98
1. Nomenclature .....	98
2. Liste des sigles .....	100
3. Projets financés par les programmes du PIA ou France 2030 dont les écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris sont partenaires .....	103
4. Liste des quinze opérateurs partenaires de l'Institut polytechnique de Paris.....	106
5. Index des unités de recherche évaluées .....	107
V. Observations des tutelles .....	108

# I. ÉLÉMENTS DE MÉTHODE

## 1. PÉRIMÈTRE DES ANALYSES PRODUITES

- Cette synthèse porte sur les évaluations de 44 unités de recherche (UR). Elles ont été évaluées lors de la vague E (pour 38 UR d'entre elles), ou lors d'une vague antérieure (vague D : 4 UR ; vague B : 2 UR)<sup>1</sup>.
- Les données chiffrées concernant les personnels et les listes des tutelles des entités de recherche ont été recueillies auprès de l'Institut polytechnique de Paris et de ses partenaires lors du dépôt des dossiers d'autoévaluation. En particulier, les données présentant les personnels concernent uniquement les agents titulaires (EC, C, PAR) en poste au 31 décembre 2023 au sein de chaque unité de recherche.

## 2. AFFECTATION DISCIPLINAIRE DES UNITÉS DE RECHERCHE

- L'affectation d'une unité à un panel du Hcéres signifie que son activité principale a été jugée cohérente avec des disciplines de ce panel. En revanche, comme dans le cas des unités fortement pluridisciplinaires, cette affectation ne nie pas la possible pratique d'autres disciplines dans cette unité et le possible rattachement secondaire de l'UR à un autre panel.

## 3. STRUCTURATION DU DOCUMENT

- Le document est organisé en deux parties principales : II/ Caractérisation de la recherche et III/ Présentation des évaluations de la recherche, précédée d'un résumé analytique et d'une analyse globale. Un chapitre d'annexes (nomenclature du Hcéres, liste des sigles, index des unités, liste des opérateurs partenaires de l'établissement, caractérisation des publications de l'établissement) complète l'ensemble.
- Une partie spécifique (partie V) consacrée aux observations de portée générale formulées par l'établissement complètera la synthèse.

---

<sup>1</sup> L'institut polytechnique de Paris regroupe 45 unités de recherche. Ce périmètre inclut les 44 UR analysées dans la présente synthèse, auxquelles s'ajoutent l'unité d'appui à la recherche Organisation de micro-électronique générale avancée (Omega).

# RÉSUMÉ ANALYTIQUE

L'Institut polytechnique de Paris rassemble six écoles prestigieuses<sup>2</sup> dont la renommée et la tradition de coopération scientifique constituent des atouts majeurs pour son développement et son rayonnement. Fort de partenariats stratégiques avec le CNRS et Inria, l'Institut polytechnique de Paris déploie une recherche de très haut niveau, particulièrement reconnue dans six disciplines d'excellence à portée mondiale : les sciences économiques, les mathématiques, la physique, les sciences de l'environnement, les sciences pour l'ingénieur et les sciences du numérique. Ses sept centres interdisciplinaires, tournés vers les grands défis contemporains, favorisent l'émergence d'approches scientifiques innovantes à l'interface des disciplines. Ils participent ainsi activement à la construction d'une identité scientifique forte, ambitieuse et singulière. Cette dynamique est portée et amplifiée par le Pôle universitaire d'innovation, qui coordonne les actions de transfert technologique au sein d'un écosystème partenarial particulièrement dense, associant acteurs économiques, institutionnels et sociaux.

## UN GROUPEMENT STRATÉGIQUE D'ÉCOLES PRESTIGIEUSES

- Un périmètre scientifique de 44 unités marqué par une forte prédominance du domaine ST (35 UR).
- 984 agents titulaires (17 % en SHS, 82 % en ST et 1 % en SVE) employés par les établissements membres de l'Institut polytechnique de Paris (40 % de l'effectif total des 44 UR).
- 21 partenaires institutionnels, dont six ONR, treize établissements franciliens, un institut de la transition énergétique, et EDF.
- Des partenariats stratégiques avec le CNRS (tutelle de 30 UR) et Inria (20 équipes-projets).
- Une réussite remarquable aux programmes du PIA et de France 2030 : coordination d'un labex, de quatre EUR, d'un projet dans chacun des programmes Excellences sous toutes ses formes et ASDES ; obtention d'un label IA-Cluster, de trois équipex+ ; implication dans quatorze PEPR.
- Sept centres interdisciplinaires porteurs d'une dynamique scientifique tournée vers les défis contemporains.
- Une implantation stratégique au cœur du cluster Paris-Saclay, pôle scientifique et technologique de rang mondial.

## UNE RECHERCHE DE RANG MONDIAL AU SERVICE DES GRANDS DÉFIS SOCIÉTAUX

- Un nombre remarquable d'UR ou de secteurs de recherche de notoriété mondiale (2 en SHS, 11 en ST) qui contribuent à une signature scientifique à la croisée des disciplines et des enjeux sociétaux.
- Des disciplines clés pour la notoriété de l'Institut polytechnique de Paris : l'économie (économie et sciences sociales quantitatives, phénomènes économiques structurels de long terme), la physique

(particules, astrophysique, plasmas, lasers), les mathématiques appliquées, les sciences du numérique (informatique fondamentale et appliquée, traitement de l'information), les sciences de l'environnement (fondements physiques du climat), la physique et les sciences de l'ingénieur appliquées aux technologies pour la santé (microscopie non-linéaire appliquée à la biologie, microfluidique et micro-hydrodynamique, imagerie polarimétrique appliquée à la biomédecine) au meilleur niveau mondial.

- Un grand nombre de secteurs qui se distinguent au niveau international (4 en SHS, 19 en ST, 1 en SVE).

### Les classements internationaux

- Parmi les 75 premiers établissements mondiaux dans quatre classements thématiques de l'université Jiao-Tong de Shanghai : physique, mathématiques, sciences de l'atmosphère et statistiques.

## VALORISATION DE LA RECHERCHE

- Des activités de valorisation variées, dynamiques et originales en termes de partenariats industriels.
- Des collaborations avec le monde socio-économique qui relèvent en grande partie de six secteurs d'activités (intelligence artificielle et données ; transition énergétique et protection de l'environnement ; transports et mobilité ; santé et biotechnologies ; défense ; matériaux) et qui sont structurées par de très nombreuses chaires financées en partie par le mécénat et plusieurs laboratoires communs.
- Un pôle universitaire d'innovation (PUI) qui vise à dynamiser et coordonner le potentiel de transfert technologique et d'innovation encore insuffisamment exploité, notamment pour la création de start-up.
- Un engagement fort et continu dans le dialogue entre science et société, porté par de nombreuses unités, à travers des initiatives innovantes de médiation scientifique et de sensibilisation du public.

<sup>2</sup> L'Institut polytechnique de Paris est un établissement public expérimental créé en 2019. À sa création, il regroupait cinq écoles membres appartenant à quatre établissements-composantes : l'École polytechnique, l'École nationale supérieure de techniques avancées (l'Ensta), l'École nationale de la statistique et de l'administration économique, qui fait partie du Groupe des écoles nationales d'économie de la statistique (Genes-Ensa) et deux écoles de l'Institut Mines Télécom (IMT), Télécom Paris et Télécom SudParis. Elles ont été rejointes en 2024 par l'École nationale des ponts et chaussées (ENPC).

# ANALYSE GLOBALE

- Issu du regroupement de six écoles d'ingénieurs de grande notoriété, l'Institut polytechnique de Paris entend se positionner comme un pôle d'excellence scientifique et technologique de rang mondial, tourné vers les grands enjeux sociétaux contemporains.

- La création, en 2019, de l'Institut polytechnique de Paris concrétise l'ambition de ses quatre établissements composantes<sup>3</sup> de fonder « un institut de science et technologie de rang mondial »<sup>4</sup>. D'après son rapport d'autoévaluation<sup>5</sup>, pour atteindre cet objectif de positionnement mondial, l'Institut polytechnique de Paris a créé des centres interdisciplinaires<sup>6</sup> centrés sur les grands défis sociétaux contemporains comme la santé, l'intelligence artificielle, le développement durable ou la défense. Il entend mener une politique de recrutement ambitieuse visant à attirer les meilleurs talents scientifiques, dans les unités de recherche de son périmètre. L'Institut polytechnique de Paris a également pour objectif de renforcer ses partenariats stratégiques en consolidant ses collaborations avec les organismes nationaux de recherche, les acteurs socio-économiques et certaines universités de premier plan à l'international, notamment par l'intermédiaire de laboratoires communs et de projets interdisciplinaires d'envergure. En parallèle, l'établissement s'attache à construire un écosystème d'innovation de référence, en soutenant le transfert technologique et l'entrepreneuriat. Par ailleurs, il mise sur une augmentation significative de ses ressources propres, par l'intermédiaire de levées de fonds, de partenariats public-privé, et d'une gestion optimisée des appels à projets compétitifs, afin de soutenir ses objectifs stratégiques et de garantir la soutenabilité de son modèle de croissance. En 2024, l'ENPC a rejoint l'Institut polytechnique de Paris, devenant son cinquième établissement-composante et sa sixième école-membre. Grâce à la fusion de l'Ensta Bretagne et de l'Ensta Paris, la communauté de l'Institut Polytechnique de Paris s'est encore élargie en 2025.

## COMMENTAIRES DE PORTÉE GÉNÉRALE

- Une structure fédérative, de création récente, qui doit concilier dispositifs communs et cultures individuelles d'écoles.
- L'Institut polytechnique de Paris repose sur un

modèle fédératif, fondé sur la coopération étroite entre ses cinq établissements-composantes, au service d'une ambition commune. Dans ce cadre, chaque établissement-composante conserve la responsabilité d'employeur pour les personnels qui lui sont rattachés<sup>7</sup>.

- Les six écoles-membres assurent la tutelle des unités de recherche relevant de leurs périmètres respectifs. Ces écoles dotées d'une visibilité et d'une notoriété historiques bien établies, portent des cultures institutionnelles encore très présentes qui influencent de manière significative le fonctionnement des unités de recherche.

- Les dispositifs structurants mis en place par l'Institut polytechnique de Paris (école graduée, centres interdisciplinaires, stratégie internationale, soutien à l'innovation) viennent compléter ceux développés de longue date par les établissements composantes (chaires, mesures RH comme les postes Monge, fondations, incubateurs). Si cette diversité d'outils et cette pluralité des modes de fonctionnement ouvrent de nombreuses possibilités de financement et de développement, elles constituent un facteur de complexité supplémentaire, qui peut, à l'échelle des unités, entraver l'appropriation de l'ambition stratégique portée par l'Institut polytechnique de Paris. Elles posent la question de l'harmonisation progressive des dispositifs, afin d'assurer une cohérence stratégique à l'échelle de l'Institut.

- Une structuration académique du site Paris-Saclay autour de deux pôles, résultat de douze années de recompositions institutionnelles.

- Depuis plus d'une décennie, le site de Paris-Saclay a connu une série de recompositions institutionnelles qui ont conduit à une structuration académique en deux pôles distincts : l'université Paris-Saclay et l'Institut polytechnique de Paris. Initialement engagés dans le projet de l'idex Paris-Saclay, les quatre établissements-composantes, fondateurs de l'Institut polytechnique de Paris, ont choisi de suivre une trajectoire différente, affirmant des stratégies différenciées en matière de gouvernance, de formation et de recherche. Ces évolutions institutionnelles ont eu des conséquences concrètes au niveau des unités de recherche. À l'exception des deux unités communes aux deux

3 L'École polytechnique, l'École nationale supérieure de techniques avancées (l'Ensta), le Groupe des écoles nationales d'économie de la statistique (Genes) et l'Institut Mines Télécom (IMT).

4 Contribution de l'Institut polytechnique de Paris à la description de son environnement recherche (p. 2).

5 Document décrivant les orientations stratégiques de l'Institut polytechnique de Paris (p.1-2).

6 Études pour la défense et la sécurité (Cieds) ; Energy for climate (E4C) ; Ingénierie et santé (E4H) ; Analyse des données et intelligence artificielle pour la science, les affaires et la société (Hil Paris) ; Materials for society (M4S) ; Sciences, publics, imaginations, recherches, arts, tous liés ! (Spiral) ; Mers et océan (Cimo).

7 L'Institut polytechnique de Paris emploie 62 agents, soit 7 % de l'effectif total relevant de son périmètre.

regroupements, les unités du périmètre de l'Institut polytechnique de Paris n'ont plus, depuis 2020, accès aux financements liés à l'idex, notamment à ceux provenant de sept labex, intégrés à l'idex Paris-Saclay.

- Une intégration de l'ENPC qui enrichit un périmètre institutionnel déjà complexe.

- L'intégration de l'ENPC au sein de l'Institut polytechnique de Paris constitue une évolution structurante, qui élargit le périmètre de l'établissement de douze unités supplémentaires, et renforce son potentiel scientifique et académique dans le domaine des sciences humaines et sociales (4 UR) et dans celui des sciences et techniques (8 UR). L'ENPC est membre du consortium de l'i-site Future, porté par l'université Gustave Eiffel avec qui il partage la tutelle de quatre UR. Cette nouvelle intégration accentue la complexité d'un périmètre institutionnel déjà marqué par la diversité des statuts et des cultures des écoles-membres.

- Le rôle clé du CNRS et d'Inria dans la stratégie scientifique de l'Institut polytechnique de Paris.

- Le CNRS et Inria sont les deux partenaires majeurs de l'Institut polytechnique de Paris. Le CNRS est le partenaire dont la contribution à l'effectif total des 44 unités du périmètre est la plus importante, derrière les établissements membres de l'Institut polytechnique de Paris (30 % de l'effectif total). Cette participation, nettement supérieure à la moyenne nationale, traduit un fort ancrage du CNRS dans les unités partagées. À titre d'exemple, dans les 25 unités mixtes en cotutelle avec l'Ensta et l'École polytechnique, les chercheurs du CNRS constituent en moyenne 48 % des effectifs cumulés chercheurs et enseignants-chercheurs, soit un niveau bien supérieur à la moyenne nationale (23 %) ; par ailleurs, la contribution du CNRS aux effectifs de personnels d'appui à la recherche atteint 55 % contre une moyenne nationale de 48 %<sup>8</sup>. De son côté, Inria joue également un rôle structurant grâce à la labélisation de vingt équipe-projets, réparties dans neuf unités du périmètre, renforçant ainsi les synergies autour des sciences du numérique et de leurs applications à différentes disciplines.

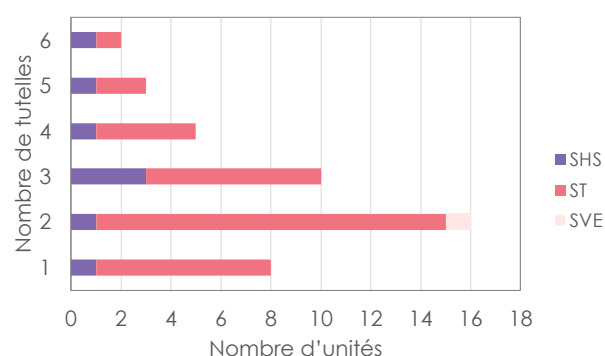
- Les accords institutionnels signés avec le CNRS et Inria définissent les priorités scientifiques partagées ainsi que les modalités de leur mise en œuvre. Par ailleurs, ces deux organismes sont associés au pilotage du projet Step2, lauréat de l'appel Excellences sous toutes ses formes, ainsi qu'à plusieurs programmes stratégiques financés par le PIA et France 2030 (EUR,

PUI<sup>9</sup>) dont l'Institut polytechnique de Paris assure la coordination.

- Un ensemble d'unités de recherche aux profils très divers.

- Le périmètre des 44 unités de recherche de l'Institut polytechnique de Paris relève à près de 80 % des sciences et technologies (35 unités). Il présente une diversité de profils en matière d'effectifs et de tutelles, qui fait sa richesse mais complique l'alignement sur une stratégie scientifique globale à l'échelle de l'Institut polytechnique de Paris.

- Quatre unités<sup>10</sup> présentent un effectif total ne dépassant pas dix personnels. Cette taille très modeste peut limiter leur visibilité et leur capacité à s'inscrire dans des dynamiques collectives à l'échelle de l'Institut. Par ailleurs, le périmètre analysé compte deux unités<sup>11</sup> bénéficiant d'un soutien limité de l'ENPC (1) ou de l'École polytechnique (1), qui affichent une participation aux effectifs inférieure à 10 %. De plus, aucune contribution de l'ENPC à l'effectif du PJSE (SHS1) n'est constatée.



Répartition des 44 unités de recherche du périmètre de l'Institut polytechnique de Paris en fonction du nombre d'établissements qui en assurent la tutelle.

- Dix unités sont placées sous la tutelle de quatre établissements ou plus. Cette imbrication de tutelles, qui implique notamment l'université PSL (5) et Sorbonne Université (3), interroge sur l'influence effective de chacune dans la définition de la stratégie scientifique collective de ces unités. Pour huit de ces unités, la contribution des établissements membres de l'Institut polytechnique de Paris aux effectifs dépasse 14 %, justifiant ainsi un rôle actif dans leur pilotage.

<sup>8</sup> Données provenant de la note stratégique concernant l'Institut polytechnique de Paris (périmètre n'intégrant pas l'ENPC), produite par la direction d'appui aux partenariats publics (Dapp) du CNRS.

<sup>9</sup> PUI : pôle universitaire d'innovation.

<sup>10</sup> Hydrologie météorologie et complexité (HM&Co, ST3) ; Laboratoire de synthèse organique (LSO, ST4) ; Laboratoire de Mécanique et ses Interfaces (LMI, ST5) ; Unité chimie et procédés (UCP, ST5).

<sup>11</sup> Paris-Jourdan Sciences Économiques (PJSE, SHS1) ; Institut photovoltaïque d'Ile-de-France (IPVF, ST4) ; Laboratoire d'Informatique Gaspard Monge (LIGM, ST6).



• Seules quatre unités de recherche du périmètre<sup>12</sup> présentent une double tutelle impliquant deux écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris. D'autre part, huit UR<sup>13</sup> relèvent de la tutelle unique d'une seule école-membre. Ces configurations qui illustrent des logiques d'ancrage local propres à chaque école, peuvent freiner le développement de dynamiques inter-écoles.

• Trois unités<sup>14</sup> présentent un profil de recherche appliqué, en lien étroit avec l'industriel EDF<sup>15</sup>, qui en assure la tutelle.

## RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

• Treize secteurs et thématiques de recherche de notoriété mondiale.

Secteur ou thématique de recherche	UR	Contribution des établissements membres de l'IP Paris à l'effectif de l'UR
<b>Les sciences économiques</b>		
L'économie et les sciences sociales quantitatives	Crest (SHS1)	76 %
Phénomènes économiques structurels de long terme	PJSE (SHS1)	-
<b>Les mathématiques</b>		
Mathématiques appliquées	Cmap (ST1)	58 %
<b>La physique</b>		
Physique des particules et astrophysique	LLR (ST2)	17 %
Physique des lasers et des plasmas	Loa (ST2)	51 %
Lasers ultra-haute puissance	Luli (ST2)	24 %
Plasmas froids et plasmas spatiaux	LPP (ST5)	23 %
<b>Les sciences de l'environnement</b>		
Fondements physiques du climat	LMD (ST3)	63 %
<b>Les sciences du numérique</b>		
Résolution de problèmes fondamentaux et appliqués en informatique	Lix (ST6)	50 %
Traitement et communication de l'information	LTCl (ST6)	99 %
<b>La physique et les sciences de l'ingénieur appliquées aux technologies pour la santé</b>		
Microscopie non-linéaire appliquée à la biologie	Lob (ST2)	17 %
Microfluidique et micro-hydrodynamique	Ladhyx (ST5)	63 %
Imagerie polarimétrique appliquée à la biomédecine	LPICM (ST5)	44 %

• Des domaines d'excellence scientifique à la croisée des disciplines et des grands enjeux contemporains.

• La dynamique d'excellence portée par les UR constitue un atout indéniable pour la notoriété de l'Institut polytechnique de Paris. La majorité des UR mène des travaux visibles à l'échelle internationale (4 en SHS, 19 en ST et 1 en SVE). Certains secteurs de recherche bénéficient d'une reconnaissance mondiale (2 en SHS et 11 en ST). Globalement, 37 unités (88 % du total des UR) mènent des recherches qui se distinguent au niveau mondial ou international. Dans cet ensemble, on dénombre trois unités pour lesquelles la contribution des écoles-membres en matière d'effectif est modeste (inférieure à 10 %).

• Parmi les 37 secteurs ou thématiques de recherche identifiés comme ayant une notoriété mondiale ou internationale, deux grandes dynamiques se dégagent. D'une part, certaines thématiques attestent d'un positionnement disciplinaire d'excellence, qui s'appuie sur la complémentarité des approches au sein d'un panel. C'est le cas pour l'économie (SHS1), la physique (ST2), les mathématiques (ST1) ou les sciences du numérique (ST6) : les unités rattachées à ces panels produisent des résultats de tout premier plan dans leurs champs respectifs, avec un rayonnement académique de portée internationale.

• D'autre part, plusieurs thématiques illustrent la convergence féconde de disciplines diverses vers des enjeux transversaux majeurs. L'intelligence artificielle et la gestion des données, les technologies pour la santé, les sciences environnementales ou les sciences des matériaux sont autant de secteurs qui mobilisent de façon croisée les compétences issues des mathématiques, de la physique, de la chimie, de l'ingénierie, des sciences du numérique, des sciences de la vie ou encore des sciences humaines et sociales. Ces thématiques transverses, au cœur des enjeux scientifiques et sociétaux contemporains, entrent en résonance directe avec les priorités stratégiques définies par l'Institut polytechnique de Paris à travers quatre de ses centres interdisciplinaires (Energy for climate, Ingénierie et santé ; Analyse des données et intelligence artificielle pour la science, les affaires et la société ; Materials for society). Elles incarnent la capacité de l'établissement à structurer une recherche à fort impact, en lien avec les grands défis de demain.

• Des recherches à visibilité mondiale et internationale en SHS, tournées vers les défis socio-environnementaux.

<sup>12</sup> Centre de recherche en économie et statistique (Crest, SHS1) ; Institut interdisciplinaire de l'innovation (I3, SHS1) ; Laboratoire d'optique appliquée (Loa, ST2) ; Laboratoire de météorologie dynamique (LMD, ST3).

<sup>13</sup> Laboratoire interdisciplinaire de l'X (Linx, SHS3) ; Centre d'enseignement et de recherche en mathématiques et calcul scientifique (Cermics, ST1) ; Hydrologie météorologie et complexité (HM&Co, ST3) ; Laboratoire de Mécanique et ses Interfaces (LMI, ST5) ; Unité chimie et procédés (UCP, ST5) ; Laboratoire traitement et communication de l'information (LTCl, ST6) ; Services repartis, architecture, modélisation, validation, administration des réseaux (Samovar, ST6) ; Unité d'informatique et d'ingénierie des systèmes (U2IS, ST6).

<sup>14</sup> Centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique (Cerea, ST3) ; Laboratoire d'hydraulique Saint-Venant (LHSV, ST5) ; Institut des sciences de la mécanique et applications industrielles (Imsia, ST5).

<sup>15</sup> EDF dispose d'un centre de recherche et développement implanté sur le campus Paris-Saclay : Le EDF Lab Paris-Saclay, inauguré en 2016 à Palaiseau, regroupe plusieurs centaines de chercheurs, ingénieurs et doctorants, et se concentre sur des thématiques comme la transition énergétique, le numérique, les réseaux intelligents ou encore l'intelligence artificielle.

- La majorité des unités de recherche relevant du domaine SHS (4 unités sur 7) est principalement rattachée au panel SHS1, centré sur les marchés et les organisations. Deux d'entre elles se distinguent au niveau mondial (Crest, PJSE) pour leurs travaux consacrés à l'économie. L'intégration de l'ENPC à l'Institut polytechnique de Paris a permis d'enrichir ce périmètre grâce à des expertises complémentaires, principalement orientées vers les relations Homme-milieux, apportées par deux unités rattachées à titre principal au panel SHS7.

- Malgré la diversité de leurs objets de recherche, les unités rattachées au domaine SHS qui se distinguent au niveau mondial ou international partagent le même objectif : décrypter les dynamiques de transformation des sociétés contemporaines dans leur complexité institutionnelle, technologique et territoriale. Grâce à leurs avancées scientifiques, elles contribuent à la compréhension des grands enjeux sociétaux, notamment ceux liés aux transitions numérique, énergétique, écologique et climatique. Trois de ces UR, le Crest (SHS1), I3 (SHS1) et le LVMT (SHS7), mobilisent des compétences interdisciplinaires pour aborder ces problématiques complexes. Le LVMT, en particulier, croise les expertises disciplinaires de SHS et de sciences de l'ingénieur, afin de développer une approche intégrée des mobilités.

- Le Cired (SHS1) s'impose comme une référence internationale en économie appliquée aux transitions énergétiques. Le Crest (SHS1) mène des travaux remarquables autour des politiques publiques et des enjeux socio-économiques (gestion des risques, inégalités, santé et climat). L'unité I3 (SHS1) explore les transformations liées à l'innovation et à la gouvernance climatique. Le Latts (SHS7) propose une lecture originale des infrastructures comme objets à la fois techniques et sociaux, et le LVMT (SHS7) analyse les relations entre mobilités, formes urbaines et transitions territoriales.

- **La physique : une dynamique scientifique et technologique de rang mondial.**

- La physique constitue une discipline phare qui contribue à la visibilité mondiale de l'Institut polytechnique de Paris. Elle se distingue par des avancées scientifiques remarquables, et par des développements instrumentaux uniques, portés par un ensemble d'unités aux profils complémentaires, rattachées à titre principal aux panels ST2 et ST5. Ces unités abordent des thématiques stratégiques, fortement connectées aux infrastructures de recherche nationales et internationales et en prise directe avec les grands questionnements scientifiques

contemporains.

- Le LLR (ST2) et le CPHT (ST2) conduisent des recherches de tout premier plan en physique des particules, astrophysique et physique théorique, étroitement liées aux grandes collaborations internationales (Cern, T2K, Hess) et à des problématiques fondamentales de la discipline comme la physique quantique des champs. En parallèle, plusieurs unités mènent des recherches de très haut niveau concernant les plasmas et les lasers ultra-intenses, deux secteurs qui possèdent une forte dynamique à l'échelle mondiale. Le Loa (ST2) et le Luli (ST2) jouent un rôle moteur dans l'étude des interactions laser-plasma, en s'appuyant sur des équipements de pointe et sur les infrastructures Apollon et Laserlab Europe. Le LPP (ST5) bénéficie d'une reconnaissance mondiale dans l'étude des plasmas froids, spatiaux et de fusion, qui s'accompagne d'une implication directe dans des missions spatiales majeures (Juce, Solar Orbiter). Par ailleurs, le LSI (ST2) contribue aux recherches relatives aux matériaux irradiés et à la physique du solide, en s'appuyant sur une instrumentation de haute technicité (plateforme Sirius). Ces travaux ont des retombées notables dans les domaines du spatial et de la transition énergétique.

- Certains travaux récompensés par les prix Nobel de physique en 2018 <sup>16</sup>, 2022 <sup>17</sup> et 2023 <sup>18</sup> dans les domaines du laser, du quantique et de l'optique ultrarapide, ont été réalisés ou engagés dans le périmètre des UR de l'Institut polytechnique de Paris.

- **Les mathématiques : une dynamique scientifique remarquable au croisement des disciplines et des enjeux contemporains.**

- L'Institut polytechnique de Paris s'affirme comme un acteur académique de référence en mathématiques. Il s'appuie sur un ensemble de cinq unités de recherche (Cmap, Cermics, CMLS, Uma et Poems) de renommée mondiale ou internationale. Ces unités, rattachées à titre principal au panel ST1, sont reconnues pour l'excellence académique de leurs travaux et pour leur ouverture disciplinaire, nourrie par des problématiques issues de la physique, de la chimie, de la biologie, des sciences de l'ingénieur et de l'économie. Elles se distinguent également par leur capacité à inscrire leurs recherches dans les grands enjeux sociétaux contemporains.

- Les travaux théoriques du Cmap à la pointe de la recherche mondiale donnent lieu à des applications majeures, notamment dans les secteurs de la biologie

<sup>16</sup> G. Mourou, actuellement professeur émérite à l'École polytechnique, et D. Strickland ont reçu le prix Nobel de physique (partagé avec A. Ashkin) pour leurs travaux relatifs à la démultiplication de la puissance des lasers. G. Mourou a dirigé le Loa entre 2005 et 2008.

<sup>17</sup> A. Aspect (directeur de recherche au CNRS et professeur à l'École polytechnique) a reçu le prix Nobel de physique (partagé avec J. F. Clauser et A. Zeilinger) pour ses expériences pionnières sur l'intrication quantique.

<sup>18</sup> Le prix Nobel attribué en 2023 à P. Agostini, F. Krausz et A. L'Huillier récompense des travaux sur la physique attoseconde et les impulsions laser ultrabrèves, effectués au Loa dans les années 2000.



et de la finance. Ses contributions remarquées au dimensionnement des plateformes d'appel d'urgence ou à la modélisation des dynamiques de population témoignent d'un ancrage solide dans les grands enjeux sociétaux. Le Cermics se positionne à l'interface des mathématiques, de la chimie computationnelle, de la mécanique et de la finance. Il se distingue par des avancées notables en simulation moléculaire et en calcul scientifique à l'échelle extrême. L'Uma s'est illustré par des contributions théoriques de premier plan en optimisation binaire appliquée au calcul quantique. L'unité Poems mène des recherches de portée internationale à propos de la propagation des ondes, qui s'accompagnent de retombées significatives en imagerie médicale et en ingénierie. Le CMLS, pôle de référence en mathématiques fondamentales, bénéficie d'une visibilité internationale grâce à des contributions majeures en analyse et en géométrie.

- Par ailleurs, ces unités se distinguent par leur capacité à développer des logiciels scientifiques de référence, souvent diffusés en open source, renforçant ainsi leur visibilité et leur impact au sein des communautés de recherche internationales. Ces outils contribuent également à ancrer les unités dans des dynamiques de collaboration scientifique, d'innovation technologique et de transfert vers la société. Parmi les exemples emblématiques figurent le CMA-ES<sup>19</sup>, algorithme d'optimisation stochastique conçu au Cmap, très largement utilisé dans les domaines de la biologie, de la médecine et de l'ingénierie.

• Une recherche d'excellence en sciences du numérique, portée par la complémentarité des expertises.

- Les unités du panel ST6 déploient une recherche d'excellence, à la croisée de l'informatique fondamentale, de l'intelligence artificielle, des systèmes complexes, de la sécurité numérique et des technologies quantiques. Leur complémentarité thématique et leur ancrage dans les grandes priorités scientifiques et sociétales les positionnent comme des piliers stratégiques de la visibilité internationale de l'Institut polytechnique de Paris. Le Lix et le LIGM s'affirment respectivement comme des références de rang mondial et international en informatique théorique, algorithmique, calcul symbolique et complexité computationnelle. Les unités Samovar, LTCI et LIGM sont à l'origine de contributions remarquées dans le domaine des systèmes distribués, réseaux de télécommunications, IoT, et informatique quantique. L'unité U2IS, spécialisée dans la conception de systèmes informatiques autonomes appliqués à la robotique, aux transports intelligents et à la défense, s'appuie sur des plateformes technologiques de haut niveau, telles qu'un living lab

en robotique sociale et une volière consacrée à la localisation de drones.

• L'intelligence artificielle et la gestion des données : un levier transversal de recherche à la croisée des disciplines et des usages.

- L'intelligence artificielle constitue un axe transversal structurant au sein de l'Institut polytechnique de Paris. Les recherches menées dans ce domaine couvrent un large spectre disciplinaire, des fondements algorithmiques aux applications dans des secteurs variés.

- Les unités des panels ST1 et ST6 se distinguent par la qualité et la diversité de leurs contributions. Le Cmap joue un rôle central dans les secteurs de l'IA, de l'apprentissage statistique, de l'optimisation et de la science des données. Le LTCI est reconnu pour ses travaux en apprentissage statistique et ayant trait aux flux de données dynamiques (librairie River), tandis que Samovar développe des approches originales en inférence variationnelle et en modélisation de données cachées. U2IS s'illustre par ses recherches au sujet de l'explicabilité de l'IA et la robustesse des systèmes autonomes. Le Lix, pour sa part, coordonne plusieurs chaires relatives à l'IA responsable et met à disposition des outils comme Statcheck, utilisé par France Info, pour la détection de désinformation.

- Au-delà des domaines ST1 et ST6, d'autres unités mobilisent l'IA comme outil de simulation, de modélisation ou d'analyse. Le Cired (SHS1) l'intègre dans ses travaux de prospective en économie de l'environnement, tandis que le Cerea (ST3) recourt à l'apprentissage profond pour améliorer les modèles opérationnels de prévision météorologique et de qualité de l'air. En physique des particules, le LLR (ST2) utilise des méthodes d'IA pour analyser de très grandes masses de données expérimentales. Par ailleurs, le Linx (SHS3) aborde l'intelligence artificielle à travers le prisme des sciences humaines, en interrogeant ses enjeux éthiques, sociaux et politiques.

• Des recherches à fort impact, dans le secteur des technologies pour la santé.

- Plusieurs unités relevant des panels ST2 et ST5 de l'Institut polytechnique de Paris explorent des thématiques interdisciplinaires à fort potentiel scientifique, situées à la croisée de la physique, des sciences des matériaux et de la mécanique des milieux complexes et de la biomédecine. Ces recherches se distinguent par leur contribution à des développements technologiques de pointe, parfois couronnés de premières mondiales. Le Lob (ST2) est un leader mondial en microscopie non-linéaire appliquée au vivant. Il est à l'origine d'innovations en imagerie multiphotonique pour l'étude du cerveau et de contributions reconnues en microbiologie. Le

19 CMA-ES : Covariance matrix adaptation-Evolution strategy.

LPICM (ST5) développe des méthodes optiques avancées, notamment en polarimétrie, consacrées à la détection de tumeurs cérébrales. Le Ladhyx (ST5) se distingue par ses travaux en microfluidique pour l'étude des interactions cellulaires, tandis que le LMS (ST5) développe des approches innovantes en mécanique des tissus vivants et des méthodes d'observation in situ originales.

- Ces dynamiques sont renforcées par les travaux de l'unité Bioc (SVE3). Ses activités de recherche, de portée internationale, mobilisent des approches intégrées en biochimie, biologie structurale et biologie computationnelle, afin d'étudier les mécanismes fondamentaux de la vie cellulaire et leurs dérégulations dans des pathologies comme le cancer ou les maladies neurodégénératives.

- Des travaux de référence en sciences de l'environnement.

- Plusieurs unités de l'Institut polytechnique de Paris développent des travaux autour des grands enjeux liés à la transition environnementale. Le LMD (ST3) figure parmi les laboratoires de référence mondiale pour l'étude des fondements physiques du climat. Ses travaux s'appuient sur une expertise reconnue en observation, instrumentation, et modélisation numérique, et nourrissent directement les rapports du Giec<sup>20</sup>. L'unité joue un rôle central dans l'évaluation des émissions anthropiques de gaz à effet de serre et de l'évolution du puits de carbone océanique, ainsi que dans la compréhension des phénomènes climatiques extrêmes. Le Cerea (ST3) se positionne comme un acteur clé de la modélisation de la pollution atmosphérique et de la prévision météorologique. En combinant méthodes mathématiques avancées, assimilation de données, et intelligence artificielle, l'unité contribue à l'amélioration des modèles opérationnels européens. Le LHSV (ST5) apporte une contribution majeure à la compréhension des dynamiques environnementales en milieux aquatiques, en développant des outils de modélisation des états de mer largement diffusés dans la communauté internationale.

- Une recherche d'excellence concernant les matériaux, au croisement de la chimie, de la physique et du génie civil : de la molécule à l'infrastructure.

- Les sciences des matériaux constituent un pôle d'excellence structurant pour l'Institut polytechnique de Paris, porté par plusieurs unités aux expertises complémentaires, reconnues à l'échelle

internationale. PMC (ST2) contribue à une meilleure compréhension des propriétés électroniques et optiques des matériaux condensés, en explorant notamment les phénomènes liés aux excitons et aux nanostructures quantiques. En chimie des matériaux, le LCM (ST4) et le LSO (ST4) se distinguent par des travaux de tout premier plan : le LCM explore la réactivité et la catalyse des lanthanides à valences inhabituelles, tandis que le LSO innove dans le domaine de la synthèse organique multi-composante et radicalaire. À l'interface entre matériaux, structures et milieux complexes, Navier (ST5) occupe une position originale, en croisant les approches du génie civil, de la mécanique et de la physique des matériaux poreux. Ses travaux, à la fois fondamentaux et appliqués, nourrissent les réflexions autour de la résilience des infrastructures et l'ingénierie durable.

- Un nombre important de publications prestigieuses, de prix, et d'invitations.

- Les nombreuses publications scientifiques parues dans des revues de grande audience (27 articles dans Science et près de 200 dans les journaux du groupe Nature durant la période 2019-2023<sup>21</sup>) constituent un marqueur de la grande qualité des travaux menés dans les UR. En outre, les membres des unités du périmètre sont régulièrement invités dans des conférences internationales prestigieuses, comme l'ICM<sup>22</sup>, Neurips<sup>23</sup> ou WWW<sup>24</sup>. Ils ont été lauréats d'un nombre élevé de prix et de distinctions scientifiques, parmi lesquels figurent treize médailles du CNRS (7 médailles de bronze, 5 médailles d'argent et 2 médailles de cristal, pendant la période évaluée<sup>25</sup>).

- Une notoriété confirmée par les classements internationaux.

- Grâce à l'excellence de ses unités de recherche, l'Institut polytechnique de Paris figure dans les classements internationaux les plus prestigieux. Si l'on se réfère au classement mondial 2024 des universités, réalisé chaque année par l'université Jiao Tong de Shanghai, l'Institut polytechnique de Paris se place entre le 301<sup>e</sup> et le 400<sup>e</sup> rang mondial. Lorsqu'on examine les classements disciplinaires, l'établissement figure parmi les 100 meilleurs établissements au niveau mondial, pour cinq disciplines. Il se classe au 35<sup>e</sup> rang mondial en physique, entre le 51<sup>e</sup> et le 75<sup>e</sup> rang en mathématiques et sciences de l'atmosphère. Il se situe entre le 76<sup>e</sup> et le 100<sup>e</sup> rang pour deux thématiques : océanographie et statistiques. À l'exception des sciences du numérique<sup>26</sup>, ce palmarès corrobore les résultats de l'analyse qualitative menée

20 Giec : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

21 Web of science : requête en date du 27 mars 2025, portant sur affiliation = Institut polytechnique de Paris.

22 ICM : International congress of mathematicians.

23 Neurips : Neural information processing systems.

24 WWW : International world wide web conference.

25 Ces données viennent du bilan cumulé des évaluations des unités de recherche du périmètre analysé.

26 L'informatique ne figure pas parmi les thématiques choisies par l'université Jiao Tong de Shanghai pour faire l'objet d'un classement spécifique.

à partir de l'évaluation des unités rattachées à titre principal au domaine ST.

- Dans le classement de Leiden de 2024, l'Institut polytechnique de Paris se situe au 607<sup>e</sup> rang mondial et au 20<sup>e</sup> rang national pour le nombre total de publications. Parmi les 6 376 références que compte ce bilan, 92 % font intervenir des signataires d'autres institutions. 68 % d'entre elles sont co-signées par des établissements internationaux. Quand on considère le compte fractionnaire des publications <sup>27</sup> comme critère dans ce classement, l'institut se place à la 794<sup>e</sup> place mondiale (score de 2 049 durant la période 2019-2022) et au 1<sup>er</sup> rang national. Il apparaît parmi les 1 000 premiers établissements classés dans trois classements disciplinaires sur les cinq proposés. Il se place en 199<sup>e</sup> position pour les mathématiques et l'informatique, en 490<sup>e</sup> position pour les sciences physiques et ingénierie, et en 762<sup>e</sup> position pour les sciences sociales et humaines. Ce palmarès confirme le rôle prépondérant des mathématiques, de l'informatique ainsi que des sciences physiques et ingénierie dans la signature scientifique de l'Institut polytechnique de Paris. Le classement au-delà de la 200<sup>e</sup> place pour les sciences physiques et ingénierie s'explique par un taux de co-signature des publications très élevé (93 %). La part des co-publications à l'international est importante (73 %) par rapport au secteur des mathématiques et de l'informatique (62 %).

- **De nombreux succès aux appels à projets compétitifs qui mobilisent des financements internationaux et nationaux importants pour le soutien des activités de recherche.**

- Les nombreux succès des unités aux appels à projets mobilisent des financements internationaux dans des contextes fortement concurrentiels. Le nombre de bourses de l'ERC <sup>28</sup> obtenues par les chercheurs et enseignants-chercheurs du périmètre constitue un indicateur clair de leur capacité à se confronter à la compétition européenne. Si l'on considère l'ensemble des unités, on dénombre quatre bourses en SHS et 32 en ST, toutes tutelles confondues.

- Au niveau national, la réussite aux appels à projets de l'ANR <sup>29</sup> est remarquable. Le nombre de projets lauréats pour l'ensemble des deux domaines dépasse les 450. Six unités du domaine ST ont bénéficié pleinement de la dynamique impulsée par la création des PEPR. Leur bilan cumulé dénombre 29 projets financés par une dizaine de PEPR.

- **Une forte attractivité des jeunes talents au sein des unités de recherche.**

- L'attractivité des jeunes talents constitue un indicateur majeur de la vitalité scientifique des unités de recherche de l'Institut polytechnique de Paris. Plusieurs d'entre elles se distinguent par leur capacité à recruter et à accompagner des doctorants, des postdoctorants et de jeunes chercheurs talentueux, souvent issus d'institutions de renom à l'échelle internationale. Le Cmap, le Cermics et le Crest affichent une activité doctorale soutenue (respectivement, 114, 67 et 94 doctorants encadrés). Le CMLS joue un rôle structurant dans l'accueil de jeunes chercheurs, notamment à travers les dispositifs Monge <sup>30</sup>. Le CPHT affiche également une forte attractivité internationale, en accueillant un nombre important de doctorants et postdoctorants formés dans des établissements prestigieux. Le LLR et l'Uma se distinguent par de nombreux prix de thèse obtenus au cours de la période. Cette dynamique est le fruit d'un environnement scientifique stimulant, propice à l'émergence, à la reconnaissance et à la valorisation des jeunes talents.

- **Un établissement mobilisé pour soutenir l'excellence scientifique par des financements croisés et ciblés.**

- L'Institut polytechnique de Paris se mobilise pour soutenir les activités de recherches inscrites dans les grandes thématiques portées par ses centres interdisciplinaires. Cette stratégie repose sur trois leviers complémentaires : une participation réussie aux appels à projets de France 2030, une amplification de sa présence et de ses succès dans les appels à projets européens, ainsi que la valorisation d'un écosystème non académique d'exception, qui favorise le développement du mécénat. À ce titre, les financements privés mobilisés par le mécénat ont atteint un montant cumulé de 54 M€ au cours de la période 2020-2023<sup>31</sup>.

- Les succès remportés par l'Institut polytechnique de Paris dans le cadre du PIA et de France 2030 illustrent son excellence académique et sa capacité à structurer des dispositifs à fort impact. Le projet Step2 (27,9 M€ alloués pour la période 2023-2028) soutient le développement des centres interdisciplinaires, moteurs du positionnement scientifique, sociétal et technologique de l'établissement. L'obtention du label IA-Cluster par le centre Hi! Paris en 2024 renforce le positionnement stratégique d'Institut polytechnique de Paris. Ce label confirme la reconnaissance de l'Institut polytechnique de Paris comme acteur majeur

<sup>27</sup> Le compte fractionnaire restitue la contribution de chaque institution d'affiliation à la publication en attribuant 1/N à chaque institution d'affiliation, N étant le nombre d'affiliations.

<sup>28</sup> ERC : Conseil européen de la recherche.

<sup>29</sup> ANR : Agence nationale de la recherche.

<sup>30</sup> Les postes Monge sont des positions académiques spécifiques à l'École polytechnique, de type tenure-track. Ils se déroulent durant une période de six ans, répartie en deux contrats de trois ans. À l'issue de cette période, après l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches (HDR) et une évaluation positive, le titulaire peut être promu au grade de professeur.

<sup>31</sup> RAE de l'Institut polytechnique de Paris (p. 14).

de l'intelligence artificielle et des sciences des données.

- Cette dynamique est renforcée par le projet Emeraude<sup>32</sup>, soutenu par le programme ASDESR<sup>33</sup>, qui permet de mobiliser de nouvelles ressources financières au bénéfice des centres interdisciplinaires, en exerçant un effet levier sur la réponse aux appels à projets européens et sur le mécénat.

## VALORISATION DE LA RECHERCHE

- Une stratégie de transfert et de valorisation, structurée, adossée à l'excellence scientifique des unités de recherche.

- L'ambition affichée par l'Institut polytechnique de Paris en matière de valorisation est de bâtir « un écosystème incontournable en matière d'entrepreneuriat et d'innovation technologique, soutenant activement les projets entrepreneuriaux »<sup>34</sup>. Pour atteindre cet objectif, l'établissement mise sur ses centres interdisciplinaires conçus comme des vecteurs de « rapprochement entre les recherches disciplinaires fondamentales et les préoccupations des entreprises »<sup>35</sup>, ainsi que sur les programmes qu'il a mis en place pour dynamiser sa chaîne de valorisation et de transfert par l'intermédiaire du pôle universitaire d'innovation<sup>36</sup>. Au-delà de l'excellence de sa recherche, l'Institut polytechnique de Paris bénéficie de deux leviers majeurs : la tradition ancienne de coopération de ses écoles avec les acteurs socio-économiques et son ancrage au sein du cluster Paris-Saclay, l'un des écosystèmes scientifiques et technologiques les plus dynamiques au plan international. Ce cluster, structuré autour de l'université Paris-Saclay et de l'Institut polytechnique de Paris, concentre un réseau très dense d'entreprises incluant des grands groupes, des PME<sup>37</sup> et des start-up. L'établissement peut s'appuyer, par ailleurs, sur un ensemble particulièrement riche de structures de valorisation et de transfert issues de ses écoles-membres. On dénombre, notamment, deux instituts Carnot<sup>38</sup>, un institut de recherche technologique (IRT)<sup>39</sup> et deux instituts pour la transition énergétique (ITE)<sup>40</sup>. Trois incubateurs<sup>41</sup> et trois fondations<sup>42</sup> complètent cet écosystème très riche.

- Des partenariats structurants avec le monde socio-

économique, qui s'appuient sur des dispositifs au service de la coopération scientifique (chaires, laboratoires communs)<sup>43</sup>.

- Les unités de recherche de l'Institut polytechnique de Paris entretiennent des relations particulièrement riches et diversifiées avec le monde socio-économique. Celles-ci se structurent principalement autour de deux instruments majeurs qui inscrivent la coopération dans la durée, concernant des thématiques définies conjointement avec les acteurs non académiques : les chaires de recherche et les laboratoires communs. Loin de se cantonner à un champ disciplinaire particulier, les dispositifs de chaire mobilisent plus de la moitié des unités, tous domaines confondus. Ils couvrent un large spectre de thématiques, qui s'étend de la mobilité, la transition énergétique, l'intelligence artificielle, à la santé et aux matériaux avancés. Ces chaires associent une grande pluralité de partenaires, notamment des banques (Crédit agricole) et des grands groupes industriels et technologiques (TotalEnergies, Renault, RATP). Elles bénéficient du savoir-faire des fondations des établissements-composantes, qui jouent un rôle clé dans le montage et le développement de ces dispositifs, en mobilisant des financements d'entreprises mécènes autour de thématiques co-construites avec les partenaires.

- Les laboratoires communs, modèles retenus par l'Institut polytechnique de Paris pour consolider des partenariats stratégiques, ont vocation à favoriser l'innovation collaborative ainsi que le transfert de technologie. Bien qu'ils ne soient aujourd'hui qu'un nombre de treize ils s'inscrivent dans un ensemble très dense de collaborations qui inclut près de 70 chaires et plus de 500 conventions Cifre, couvrant l'ensemble des domaines disciplinaires, ainsi qu'un volume important de contrats de recherche.

- Des partenariats répartis en secteurs d'activité parfaitement alignés avec les thématiques prioritaires de l'Institut polytechnique de Paris.

- Les nombreuses collaborations avec le monde socio-économique s'alignent parfaitement avec les thématiques prioritaires portées par les centres interdisciplinaires de l'établissement. Elles se répartissent en six secteurs d'activité principaux : 1/ l'intelligence artificielle et la science des données ;

32 Emeraude : Europe et mécénat d'entreprise pour des ressources augmentées durablement.

33 ASDESR : Accélération des stratégies de développement des établissements d'enseignement supérieur et de recherche.

34 Document décrivant les orientations stratégiques de l'Institut polytechnique de Paris.

35 RAE de l'Institut polytechnique de Paris (p. 2).

36 Institut polytechnique de Paris et partenaires (IP3).

37 PME : petite ou moyenne entreprise.

38 Méthodes innovantes pour l'entreprise et la société (Mines) ; Télécom et société numérique (TSN).

39 Systemx.

40 L'institut photovoltaïque d'Île-de-France (IPVF) ; Efficacity.

41 Drah X-Novation Center (École polytechnique) ; Incubateur Télécom Paris ; IMT Starter (Télécom SudParis).

42 Fondation de l'École polytechnique (FX) qui abrite les fondations Ensta, Ensae-Ensa et IP Paris.

43 Les données chiffrées présentées dans ce paragraphe résultent du bilan cumulé des informations issues des rapports d'évaluation de l'ensemble des unités du périmètre. Ce décompte intègre l'ensemble des dispositifs, tous opérateurs confondus.



2/ la transition énergétique et la protection de l'environnement ; 3/ les transports et la mobilité ; 4/ la santé et les biotechnologies ; 5/ la défense ; 6/ les matériaux.

- Certaines réalisations emblématiques témoignent de la fécondité de ces actions de valorisation : la chaire Dsaisdis<sup>44</sup>, portée par le LTCI (ST6), développe, avec Airbus, Engie, Idemia, Safran et Valeo, des outils d'intelligence artificielle adaptés aux environnements industriels ; le Lix (ST6) a conçu un logiciel de détection de désinformation utilisé par les grands médias nationaux (Le Monde et Radio France). Le LPICM (ST5) a co-développé avec l'hôpital du Kremlin-Bicêtre un système de détection des naissances prématurées fondé sur la polarimétrie de Mueller. S'agissant de la transition énergétique, l'IPVF (ST4) conçoit des modules photovoltaïques ultralégers à haut rendement pour le bâtiment, tandis que le LMD (ST3) contribue à une chaire industrielle sur la surveillance des émissions de gaz à effet de serre, en partenariat avec Thales Alenia Space, TotalEnergies et Suez. Dans le secteur des transports, U2IS (ST6) a signé un contrat de R&D avec Renault et déposé deux brevets liés à la téléassistance des véhicules autonomes. Le LVMT (SHS7) et le Latts (SHS7) collaborent avec la RATP à propos des régulations de la ville de demain.

• Un potentiel de transfert et d'innovation insuffisamment exploité mais que le pôle universitaire d'innovation pourra mobiliser.

- Le potentiel d'innovation et de transfert du périmètre de l'Institut polytechnique de Paris est incontestable, mais il demeure encore partiellement exploité. Si certaines unités affichent une activité remarquable en matière de valorisation (dépôts de brevets, projets de maturation, plateformes expérimentales, logiciels libres, publications à visée industrielle), la création de start-up reste encore en deçà des possibilités offertes par la qualité scientifique et la densité des partenariats. D'après l'analyse de l'évaluation des unités du périmètre de cette synthèse, seize start-up ont été créées, principalement par les unités des panels ST1, ST5 et ST6. Ce nombre relativement modeste suggère un espace d'amélioration dans l'accompagnement des projets entrepreneuriaux et la mobilisation coordonnée des outils de valorisation, la diffusion d'une culture de l'innovation à l'échelle de toutes les disciplines, autant d'objectifs affichés par le pôle universitaire d'innovation IP3.

• Un engagement affirmé dans le dialogue entre science et société, concrétisé par des initiatives créatives.

- L'Institut polytechnique de Paris se distingue par un engagement fort et structuré dans le dialogue entre science et société. Cette implication portée par de

nombreuses unités s'appuie sur des actions de médiation scientifique ambitieuses, innovantes et pluridisciplinaires. Ces initiatives s'inscrivent dans une volonté partagée de rendre la science plus accessible, de favoriser l'appropriation des savoirs par des publics variés, et de contribuer aux grands débats contemporains.

- Les unités du domaine ST jouent un rôle moteur dans la diffusion de la culture scientifique. Elles mobilisent des formats multiples (conférences, Mooc, expositions, jeux vidéo, podcasts, performances artistiques) pour toucher des publics diversifiés, allant des lycéens au grand public en passant par les enseignants. Le Ladhys (ST5) incarne cet engagement en intégrant pleinement la thématique Arts, sciences et citoyens dans ses axes de recherche. Des projets originaux, tels que Voyage au centre de la thèse (Lob, ST2), En vert et contre tout (Ladhys), ou encore la chaire Science & jeux vidéo (LLR, ST2), illustrent la capacité des unités à renouveler les formats de médiation, en croisant sciences, arts et numérique.

- Les unités du domaine SHS s'inscrivent pleinement dans cette dynamique. Le Linx (SHS3) a conçu, dans le cadre de la chaire Arts et Sciences, des jeux vidéo à visée de vulgarisation. Le Latts, de son côté, explore des formes de narration scientifique innovantes, à travers l'écriture d'un roman de recherche ou la création d'un feuilleton théâtral au sujet des enjeux du logement.

- La sensibilisation des jeunes constitue également un axe fort. Plusieurs UR, notamment le CPHT (ST2) et le LLR proposent des actions immersives pour les lycéens ou soutiennent des initiatives nationales comme Animaths (Cmap, CMLS, ST1). Certaines unités participent également à la formation continue des enseignants (LIGM, CMLS). Les Mooc produits par le Loa, le LSI ou l'IPVF rencontrent une large audience, totalisant plusieurs dizaines de milliers d'apprenants.

- La diversité, la richesse et la portée de ces actions traduisent une véritable culture de la médiation scientifique. En renforçant le lien entre recherche et société, et en positionnant l'établissement comme un acteur engagé dans la diffusion des connaissances dans l'éducation scientifique, elles constituent un socle solide pour le centre interdisciplinaire Spiral.

• Une contribution active à l'élaboration des politiques publiques.

- Plusieurs unités de recherche s'impliquent dans l'élaboration, l'évaluation, et la mise en œuvre des politiques publiques, en mobilisant leurs expertises scientifiques, leurs outils d'analyse et leurs capacités d'innovation.

- Certaines UR du domaine SHS, comme le Crest (SHS1), I3 (SHS1) et le Latts (SHS7) accompagnent les

---

44 Dsaisdis : data science and artificial intelligence for digitalized industry & services.

institutions dans la conception de dispositifs et de cadres législatifs, qu'il s'agisse de fiscalité, de responsabilité sociale des entreprises ou d'action publique territoriale. D'autres unités, rattachées au domaine ST, contribuent à la définition de normes et

de stratégies environnementales : le LMD (ST3) dans le cadre du Giec, le LPICM (ST5) concernant l'énergie photovoltaïque, le Cerea (ST3) sur la qualité de l'air.



## II. CARACTÉRISATION DE LA RECHERCHE DE L'INSTITUT POLYTECHNIQUE DE PARIS

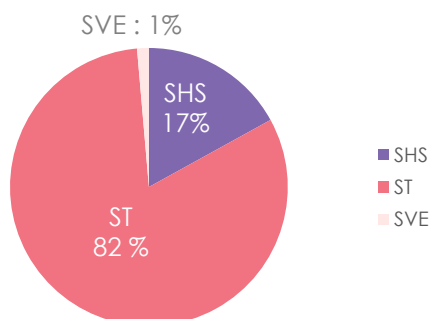
### FOCUS

#### CHIFFRES CLEFS DE L'ÉTABLISSEMENT

- 44 unités de recherche sur lesquelles les six écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris exercent la tutelle.

- 984 agents titulaires (567 EC, 72 C, 345 PAR) répartis dans les UR des domaines SHS (17 %), ST (82 %) et SVE (1 %).

- Les six écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris (École polytechnique, Ensta, Ensaé-Genes, Télécom SudParis, Télécom Paris et ENPC) exercent la tutelle de 44 unités de recherche. La répartition de ces unités au sein des trois domaines disciplinaires montre une nette prédominance (en nombre d'UR) des sciences et technologies (ST, 35 UR). Les unités rattachées à titre principal au domaine des sciences humaines et sociales sont moins nombreuses (SHS, 8 UR). Une seule UR est rattachée à titre principal au domaine des sciences de la vie et de l'environnement (SVE, 1 UR).



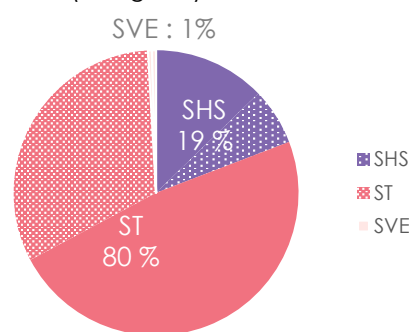
Répartition des 984 agents titulaires des six écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris, selon leur domaine disciplinaire de rattachement.

- Au 31 décembre 2023, les 984 agents titulaires des six établissements membres de l'Institut polytechnique de Paris affectés à la recherche (567 EC, 72 C et 345 PAR) se répartissent, pour le plus grand nombre, dans les unités de recherche rattachées à titre principal aux domaines des sciences et technologies (ST, 809) et, plus modestement, dans les unités rattachées à titre principal au domaine des sciences humaines et sociales (SHS, 163) et à celui des sciences de la vie et de l'environnement (SVE, 12).

- Les 44 unités de recherche couvrent les six panels disciplinaires du domaine ST ainsi que quatre panels du domaine SHS (SHS1, SHS3, SHS4, SHS7) et un seul panel du domaine SVE (SVE3). Les UR rattachées à titre principal aux panels ST6 et ST5 rassemblent les effectifs les plus importants (respectivement 399 et 191 personnels), suivies par les unités rattachées au panel SHS1 (127 personnels).

- L'École polytechnique exerce la tutelle de 22 unités, dont la majorité est rattachée à titre principal au domaine ST (18 UR). Vient ensuite l'ENPC, qui est tutelle de douze unités, quatre rattachées à titre principal au domaine SHS et huit au domaine ST. L'Ensta est tutelle de dix unités, neuf étant rattachées au domaine ST et une au domaine SHS. Les trois autres établissements sont tutelles d'une (Ensaé-Genes, Télécom SudParis) ou deux unités (Télécom Paris) chacun.

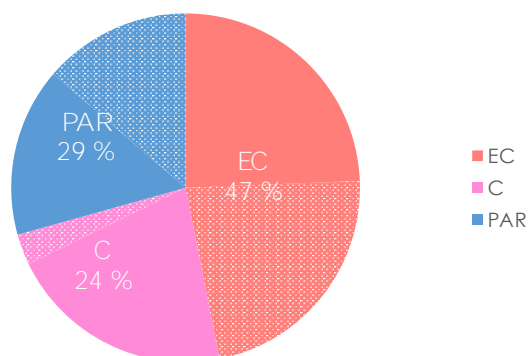
- L'Institut polytechnique de Paris a pour principaux partenaires institutionnels 21 opérateurs de recherche, qui contribuent aux effectifs des 44 unités, sans pour autant en exercer nécessairement une tutelle<sup>45</sup>. Les 44 unités rassemblent un effectif total de 2 519 agents titulaires (1 181 EC, 599 C et 739 PAR). Les unités du domaine ST réunissent l'effectif le plus important (2 011 agents), suivies de celles du domaine SHS (485 agents). Le domaine SVE (23 agents) est en retrait.



Répartition des 2 519 agents titulaires, tous opérateurs confondus, selon leur domaine disciplinaire de rattachement. Les secteurs en pointillés représentent la contribution des établissements de l'Institut polytechnique de Paris, pour chaque domaine disciplinaire

<sup>45</sup> Un établissement tutelle d'une unité contribue au pilotage scientifique global de l'unité et assure le suivi de la totalité des activités réalisées. Il affecte des ressources à l'unité (personnels, dotation de fonctionnement ou équipement). Un établissement partenaire soutient uniquement une partie des activités de l'unité en affectant des ressources humaines et matérielles pour soutenir cette partie. Cette partie peut être identifiée par une structure officielle existante et propre à un organisme de recherche (par exemple une équipe projet commune d'Inria).

• La contribution des écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris à cet effectif total est de 39 % (48 % des EC, 12 % des C et 47 % des PAR). Leur participation à l'effectif total du domaine ST est de 40 %. Elle est plus modeste pour le domaine SHS (34 % de l'effectif du domaine).



Répartition des 2 519 agents titulaires, tous opérateurs confondus, selon leur statut. Les secteurs en pointillés représentent la contribution de l'Institut polytechnique de Paris.

• Au total, les 44 unités de recherche rassemblent un effectif composé à près de la moitié d'EC (47 %), de 24 % de C et de 29 % de PAR.

## OPÉRATEURS DE RECHERCHE PARTENAIRES DE L'ÉTABLISSEMENT

• 21 partenaires institutionnels de l'Institut polytechnique de Paris<sup>46</sup>.

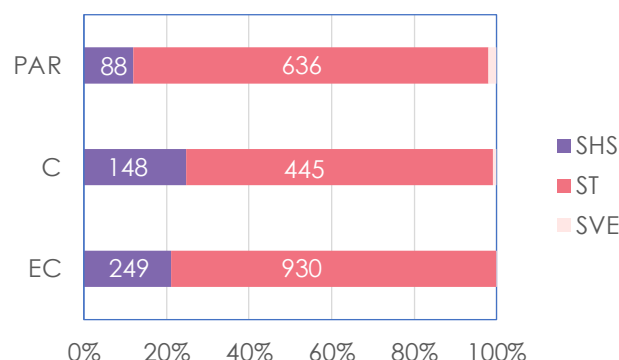
• Le CNRS est le partenaire principal de l'Institut polytechnique de Paris (30 UR en cotutelle).

• L'Institut polytechnique de Paris a pour principaux partenaires institutionnels 21 opérateurs de recherche. Cet ensemble partenarial compte six organismes publics de recherche (CNRS, Inserm, Inrae, Inria, CEA, Cirad<sup>47</sup>), treize établissements d'enseignement

supérieur et de recherche<sup>48</sup>, l'institut photovoltaïque d'Île-de-France, et EDF.

• Le CNRS est le partenaire qui exerce la tutelle du plus grand nombre d'unités (30 UR), en particulier dans les domaines ST (25 UR) et SHS (5 UR). Cette contribution majeure est suivie par celles des universités franciliennes : l'université PSL (5 UR<sup>49</sup>), l'université Gustave Eiffel (4 UR), Sorbonne Université (3 UR), l'université Paris-Saclay (2 UR<sup>50</sup>) et l'EHESS<sup>51</sup> (2 UR). Le CEA et EDF assurent, quant à eux, la tutelle de trois UR. Les universités Bretagne sud et de Bretagne occidentale sont également tutelles de 2 UR. Les neuf autres établissements (le Cirad, Inrae, Inria, l'Inserm, l'université Paris-Est Créteil (Upec), l'université Paris 1 Panthéon Sorbonne, le Cnam<sup>52</sup>, l'Enib<sup>53</sup>, l'IMT Atlantique Bretagne, l'Institut Agro Dijon et l'institut photovoltaïque d'Île-de-France<sup>54</sup> exercent la tutelle d'une seule unité. Inria participe également aux activités de recherche en affectant des personnels et des moyens à une unité du domaine SHS et à huit unités du domaine ST<sup>55</sup>, sans pour autant en exercer la tutelle.

• La contribution des partenaires de l'Institut polytechnique de Paris aux effectifs des 44 unités de recherche est fonction de la catégorie des personnels et des domaines scientifiques.



Répartition des 2 519 agents titulaires, tous opérateurs confondus, par catégories et par domaine disciplinaire.

46 L'Institut polytechnique de Paris considère l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (Onéra) comme un partenaire stratégique. Toutefois, comme il n'exerce la tutelle d'aucune unité de recherche du périmètre et n'y affecte aucun personnel, l'Onéra n'est pas comptabilisé parmi les partenaires institutionnels de l'Institut polytechnique de Paris.

47 Cirad : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

48 L'université Gustave Eiffel, Sorbonne Université, l'université PSL, l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, l'université Paris-Saclay, l'université Paris-Est Créteil Val de Marne, l'EHESS, l'université Bretagne Sud, l'université de Bretagne occidentale, le Conservatoire national des arts et métiers, l'IMT Atlantique Bretagne, l'école nationale d'ingénieurs de Brest, l'Institut Agro Dijon.

49 Ces cinq unités sont sous la tutelle de différents établissements composantes de l'université PSL : ENS-PSL (2), Mines Paris-PSL (1), Chimie Paris-PSL (1), l'Observatoire de Paris (1).

50 Une de ces deux unités est sous la tutelle d'AgroParisTech établissement composante de l'université Paris-Saclay.

51 EHESS : École des hautes études en sciences sociales.

52 Cnam : Conservatoire national des arts et métiers.

53 Enib : École nationale d'ingénieurs de Brest.

54 L'institut photovoltaïque d'Île-de-France (IPVF) est tutelle de l'unité du même nom (IPVF, ST4) mais n'y affecte pas de personnel.

55 Centre de recherche en économie et statistique (Crest, SHS1) ; Centre de mathématiques appliquées (Cmap, ST1) ; Centre d'enseignement et de recherche en mathématiques et calcul scientifique (Cermics, ST1) ; Unité de mathématiques appliquées (Uma, ST1) ; Centre de physique théorique (CPHT, ST2) ; Laboratoire de mécanique des solides (LMS, ST5) ; Laboratoire d'informatique de l'école polytechnique (Lix, ST6) ; Laboratoire traitement et communication de l'information (ST6) ; Services repartis, architecture, modélisation, validation, administration des réseaux (Samovar, ST6).

## Les enseignants-chercheurs

• L'IMT Atlantique (9 %), l'université de Bretagne occidentale (9 %) l'université Bretagne Sud (8 %), et l'université Gustave Eiffel (7 %) sont les partenaires dont les contributions à l'effectif total des enseignants-chercheurs sont les plus importantes. Viennent ensuite l'université PSL, l'Énib, Sorbonne Université, et l'université Paris 1 Panthéon Sorbonne qui contribuent à hauteur de 2 à 3 % de l'effectif total. Dans le domaine ST, 48 % des enseignants-chercheurs sont des personnels des établissements membres de l'Institut polytechnique de Paris et 33 % sont rattachés aux établissements bretons : 12 % à l'IMT Atlantique, 11 % à l'université de Bretagne occidentale et 10 % à l'université Bretagne Sud. L'université Gustave Eiffel et l'Enib ont des contributions plus modestes, de 6 % et 4 % respectivement. Dans le domaine SHS, l'université PSL (13 %), l'université Gustave Eiffel (10 %) et l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (10 %) sont, derrière l'Institut polytechnique de Paris (47 %), les principaux contributeurs aux effectifs d'enseignants-chercheurs. Seuls deux enseignants-chercheurs employés par l'École polytechnique participent à l'effectif du domaine SVE.

## Les chercheurs

• Le CNRS est le contributeur le plus important à l'effectif total des chercheurs présents dans les unités de recherche (63 %), suivi par Inria (7 %). Les apports du CEA (2 %) et d'Inrae (2 %) sont plus modestes. Ceux de l'Inserm et du Cirad représentent chacun 1 % de l'effectif total. Si l'on précise l'analyse, le CNRS est le principal opérateur pour les trois domaines (66 % pour le domaine ST, 55 % pour le domaine SHS, 67 % pour le domaine SVE). Dans le domaine SHS, 12 % des chercheurs sont des personnels de l'Institut polytechnique de Paris. Pour le domaine ST, la contribution des établissements membres de l'Institut polytechnique de Paris s'établit à 11 % devant celle d'Inria (9 %). L'Inserm emploie deux chercheurs dans l'unique unité rattachée à titre principal au domaine SVE.

## Les personnels d'appui à la recherche

• Le CNRS est le contributeur le plus important à l'effectif total des personnels d'appui à la recherche (30 %), derrière les établissements membres de l'Institut polytechnique de Paris (47 %). L'université Bretagne Sud (5 %) contribue plus modestement à cette catégorie de personnels. Les établissements membres de l'Institut polytechnique de Paris sont les principaux contributeurs à l'effectif des personnels d'appui à la recherche rattachés aux UR du domaine ST (48 % des PAR du domaine). Le CNRS a une contribution plus modeste (31 % des PAR du domaine). Dans le domaine SHS, 26 % des personnels d'appui à la recherche sont des personnels du CNRS. La participation des établissements membres de l'Institut polytechnique de Paris dans ce domaine s'établit à 32 %.

## SPÉCIALISATION DE L'ÉTABLISSEMENT PAR DOMAINE

• L'Institut polytechnique de Paris est un établissement multidisciplinaire, marqué par une forte prédominance du domaine ST. Le domaine SHS, qui ne couvre que trois panels, est en retrait. Le domaine SVE, représenté par une seule unité rattachée au panel SVE3, est très minoritaire.

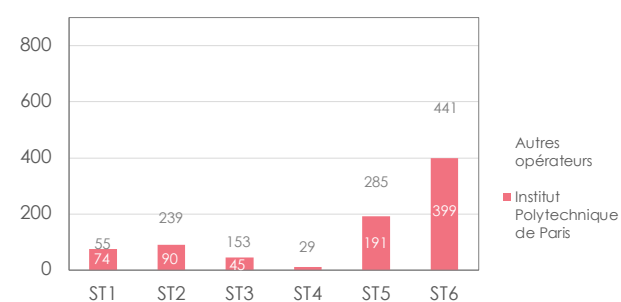
### Le domaine SHS

• Les huit unités du domaine SHS sont réparties, à titre principal, entre quatre panels (SHS1, SHS3, SHS4 et SHS7). Le panel SHS1 est largement prédominant : il regroupe quatre UR qui lui sont rattachées à titre principal et représente près de 76 % de l'effectif total du domaine (485 personnels). Le panel SHS3 ne regroupe, quant à lui, que 2 % de l'effectif total du domaine.

• Les 163 agents titulaires des établissements membres de l'Institut polytechnique de Paris représentent 34 % de l'effectif total du domaine SHS.

• L'analyse de la répartition des effectifs que l'établissement affecte au domaine SHS montre que le panel SHS1 est le mieux doté (127 personnels). Les quatre unités rattachées à titre principal à ce panel regroupent 78 % de l'effectif affecté par les établissements membre de l'Institut polytechnique de Paris au domaine SHS (163 personnels). Suivent les panels SHS7, SHS3 et SHS4 avec des contributions moindres (10 % des effectifs des établissements membres de l'Institut dans le domaine SHS, pour le panel SHS7 et 6 % pour les panels SHS3 et SHS4).

### Le domaine ST



Répartition des effectifs des 2 011 agents titulaires du domaine ST, tous opérateurs confondus, par panel.

• Les recherches menées dans les 35 UR du domaine ST couvrent tous les panels. Les sciences et technologies de l'information et de la communication (ST6) regroupent l'effectif le plus important (6 UR, 42 % de l'effectif total du domaine ST). Elles sont suivies par les sciences pour l'ingénieur (ST5, 10 UR, 24 % de l'effectif total du domaine ST) et par la physique (ST2, 7 UR, 16 % de l'effectif global du domaine ST)

• La contribution des établissements membres de

l'Institut polytechnique de Paris s'établit à 40 % de l'effectif total du domaine. Si l'on analyse l'effectif de chaque panel, leur contribution est majoritaire pour les panels ST1 et ST6 (respectivement 57% et 48 % de l'effectif total du panel). Elle atteint 40 % de l'effectif du panel ST5.

- Si on examine la répartition de l'effectif total que les établissements membres affectent au domaine ST (809 personnels), le panel sciences et technologies de l'information et de la communication (ST6, 399 personnels) est le mieux doté. Suivent les sciences pour l'ingénieur (ST5, 191 personnels) et la physique (ST2, 90 personnels). Il faut noter que les unités du domaine ST sont fortement soutenues par le CNRS : la contribution de l'organisme s'élève à 30 % de l'effectif total du domaine.

### Le domaine SVE

- La seule unité du domaine SVE est rattachée à titre principal au panel SVE3. Elle regroupe 23 personnels.

## ÉCOSYSTÈME RECHERCHE DE L'ÉTABLISSEMENT

- L'ambition d'une « recherche de classe mondiale »<sup>56</sup>, porteuse de solutions pour les grands enjeux sociétaux.

- L'Institut polytechnique de Paris affiche comme ambition de figurer parmi les meilleures institutions mondiales en science et en ingénierie, en combinant recherche de haut niveau, formation d'élite et innovation technologique. À sa création en 2019, il réunissait les cinq écoles d'ingénieur (l'École polytechnique, l'Ensta, Genes-Ensaie, Telecom SudParis, Telecom Paris) qui avaient quitté l'Idex Paris-Saclay<sup>57</sup>, projet préfigurateur de l'université Paris-Saclay. En 2024, l'ENPC a rejoint l'Institut polytechnique de Paris en tant que sixième école-membre. L'Ensta Bretagne rejoint le périmètre, en 2025, après sa fusion avec l'Ensta Paris.

- Fort de la renommée de ses écoles-membres et de leur forte tradition de collaborations académiques et industrielles, l'Institut polytechnique de Paris déploie une stratégie scientifique résolument tournée vers les grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle. Il entend se positionner comme un acteur clé dans des domaines stratégiques, comme la transition énergétique, la cybersécurité, l'intelligence artificielle et la santé numérique. Pour

répondre à ces enjeux, l'Institut polytechnique de Paris mise sur un modèle fondé sur l'interdisciplinarité, l'excellence de la recherche fondamentale et une forte interaction avec le monde socio-économique. Depuis 2019, il structure sa recherche autour de sept centres interdisciplinaires qui couvrent les thématiques phares sur lesquelles il veut affirmer son leadership scientifique et technologique.

- Des succès aux appels à projets du PIA ou de France 2030 qui confortent la stratégie d'excellence.

- L'Institut polytechnique de Paris et ses écoles-membres ont obtenu de nombreux succès aux différents appels à projets du PIA et de France 2030. Lauréat de l'appel à projet Excellences sous toutes ses formes, l'Institut polytechnique de Paris coordonne le projet Step2<sup>58</sup> qui accompagne le développement de ses centres interdisciplinaires, pour renforcer leur impact scientifique et sociétal. Le centre interdisciplinaire Hi! Paris s'est distingué en 2024, en figurant parmi les neuf pôles académiques labélisés IA-Cluster, confirmant le positionnement d'Institut polytechnique de Paris comme un acteur majeur en intelligence artificielle et en science des données. L'Institut polytechnique de Paris est également fortement engagé dans l'innovation pédagogique et la formation par la recherche : il coordonne quatre écoles universitaires de recherche<sup>59</sup> qui favorisent l'excellence académique et le rayonnement international de ses formations. Par ailleurs, le projet Emeraude soutenu par le programme ASDESr vise à mobiliser des ressources financières supplémentaires pour dynamiser les centres interdisciplinaires et accroître leur attractivité.

- Grâce à leurs réussites aux appels à projets précédant la création de l'Institut polytechnique de Paris, ses écoles-membres sont engagées dans divers programmes structurants qui contribuent à la dynamique scientifique d'ensemble. L'Ensaie-Genes coordonne le labex Ecodec<sup>60</sup>, consacré à l'économie et à la prise de décision. De son côté, l'École polytechnique a piloté l'équipex Morphoscope2<sup>61</sup>, une infrastructure de pointe en imagerie 3D du vivant, et est également partenaire de l'Institut Convergences Cland<sup>62</sup> qui explore les dynamiques du changement climatique et de l'adaptation des sociétés. Le bilan cumulé des six établissements compte, par ailleurs,

56 RAE de l'Institut polytechnique de Paris (page 1).

57 L'Idex Paris-Saclay lancé en 2012 dans le cadre du PIA avait l'ambition de structurer un pôle scientifique et technologique de rang mondial, réunissant universités, grandes écoles et organismes de recherche dans le plateau de Saclay. Après une période probatoire marquée par le départ des grandes écoles, ayant fondé l'Institut polytechnique de Paris, l'initiative a été définitivement confirmée en 2020, consacrant ainsi la création de l'université Paris-Saclay.

58 Step2 : Science et technologie à Polytechnique Paris.

59 Biomedical engineering training program (Bertip) ; Energy for climate (E4C) ; Data science for economics, finance and management (Data EFM) ; Plasma science and training (Plasma\_ST).

60 Ecodec : Réguler l'économie au service de la société.

61 Morphoscope2 : imagerie et reconstruction multi échelles de la morphogenèse.

62 Cland : Changement climatique et usage des terres.

sept équipex et onze labex en partenariat<sup>63</sup>.

- L'Institut polytechnique de Paris ou certaines de ses écoles-membres sont partenaires de trois équipex+ (Obs4clim, WeShare, Continuum<sup>64</sup>). Ils sont également partie prenante de quatorze programmes et équipements prioritaires de recherche<sup>65</sup>.

#### • Des enjeux stratégiques partagés avec le CNRS et Inria.

- L'Institut polytechnique de Paris entretient des liens institutionnels étroits avec le CNRS et Inria. Ces partenariats, formalisés par la signature d'accords-cadres, dépassent l'échelle des unités de recherche. Ils visent à renforcer le positionnement stratégique de l'Institut polytechnique de Paris en tant qu'établissement de rang mondial en sciences et ingénierie. Les deux organismes jouent un rôle clé dans la stratégie d'excellence de l'Institut, notamment à travers ses centres interdisciplinaires. À titre d'exemple, le CNRS et Inria sont membres du consortium qui pilote Hi! Paris, le centre consacré à la science des données et à l'intelligence artificielle. Par ailleurs, leur implication s'étend au pilotage du projet Step2 ainsi qu'aux programmes financés par le PIA et France 2030 (EUR, PUI) dont l'Institut polytechnique de Paris assure la coordination. Ces collaborations témoignent d'une volonté commune de développer une recherche d'excellence et d'accélérer l'innovation scientifique et technologique.

#### • L'implantation au cœur d'un pôle scientifique et technologique de rang mondial<sup>66</sup>.

- Le cluster Paris-Saclay se distingue par une concentration unique d'établissements de recherche et d'enseignement supérieur, structurés autour de deux pôles majeurs : l'université Paris-Saclay et l'Institut polytechnique de Paris. Il rassemble également un vaste réseau d'entreprises innovantes, incluant des grands groupes, des PME et des start-up, créant ainsi un écosystème propice à l'innovation scientifique et technologique.

- Les collaborations de l'Institut polytechnique de Paris avec l'université Paris-Saclay reposent principalement

sur des projets communs, comme la fondation de mathématiques Jacques-Hadamard<sup>67</sup>, qui fédère la communauté mathématique du campus Paris-Saclay, ou le Paris-Saclay cancer cluster<sup>68</sup>, consacré au développement de traitements oncologiques de pointe et à l'amélioration de la prise en charge des patients atteints de cancer.

- La proximité entre recherche académique et R&D privée favorise la participation conjointe à des initiatives d'envergure qui stimulent l'innovation et le développement technologique. TotalEnergies et EDF sont, par exemple, associés au pilotage du centre interdisciplinaire Energy for climate.

#### • Un ancrage international renforcé par des alliances stratégiques.

- L'Institut polytechnique de Paris est membre de l'alliance européenne Eurotech. Ce consortium de six établissements d'excellence en sciences et technologies<sup>69</sup> favorise les collaborations scientifiques au sujet de quatre thématiques relatives à l'intelligence artificielle, la fabrication additive, le développement durable ainsi que la santé et la bio-ingénierie. L'Institut polytechnique de Paris est également membre du Cesaer<sup>70</sup> qui rassemble plus de 50 universités européennes de premier plan en sciences, ingénierie et technologies, réparties dans 25 pays européens. Au-delà de ces réseaux à forte visibilité européenne, l'Institut polytechnique de Paris développe des partenariats internationaux ciblés, avec des établissements de renom, notamment en Chine (Université Jiao Tong de Shanghai), et en Inde (Institut de technologie indien de Delhi et de Madras) et au Canada (Polytechnique Montréal).

#### • Des infrastructures de recherche d'envergure nationale et européenne.

- Les écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris disposent de plateformes de recherche intégrées à des infrastructures nationales et européennes de premier plan (Data-Terra, Infranalytics, Actris-France, nœud français de l'infrastructure européenne Actris<sup>71</sup>).

63 Parmi les onze labex, sept labex sont rattachés à l'idex Paris-Saclay et ont été intégrés, en 2022, dans les graduate school de l'université Paris-Saclay. Quatre labex sont rattachés à l'i-site Future, porté par l'université Gustave Eiffel.

64 Obs4clim : Système d'observation intégré de l'atmosphère ; WeShare : Infrastructure digitale pour la recherche en science humaine et sociale pour le cancer ; Continuum : Collaborative continuity from digital to human.

65 Dispositifs intégrés pour l'accélération du déploiement de matériaux émergents (Diadem) ; Réseaux du futur ; 5G ; Cybersécurité ; Intelligence artificielle (IA) ; Industries culturelles et créatives (ICC) ; Lumière-Matière (Luma) ; Mathématiques pour le vivant, l'environnement et la société (MathVives) ; Numérique pour l'exascale (NumPex) ; Produits biosourcés ; Technologies quantiques (Quantique) ; Spintronique (Spin) ; Technologies avancées des systèmes énergétiques (Tase) et Ville durable et bâtiments innovants (VDBI).

66 En 2013, la MIT Technology Review a classé Paris-Saclay parmi les huit premiers clusters d'innovation au monde.

67 La fondation de mathématiques Jacques-Hadamard a bénéficié des financements du labex mathématique Hadamard coordonné par l'université Paris-Saclay, arrêté en 2022. L'Ensta et l'École polytechnique étaient partenaires de ce labex.

68 Ce projet lauréat de l'appel à projets Biocluster de France 2030 est décrit au paragraphe II 5.

69 L'Institut polytechnique de Paris (France), l'université technique de Munich (Allemagne), l'université de technologie de Delft (Pays-Bas), l'université technique du Danemark (Danemark), l'École polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse) et Technion – institut israélien de technologie (Israël).

70 Cesaer : Conference of european schools for advanced engineering education and research.

71 Actris : Aerosol, clouds and trace gases.



L'École polytechnique coordonne avec le CNRS l'IR\*<sup>72</sup> Apollon qui héberge des lasers de puissance dépassant le PétaWatt. L'Institut polytechnique de Paris figure également parmi les tutelles de l'infrastructure Cern LHC<sup>73</sup>, le nœud français du HL-LHC<sup>74</sup>, la plus puissante installation de collisionneurs de particules au monde.

- L'Institut polytechnique de Paris dispose également d'un mésocentre de calcul haute performance, Meso@IP-Paris. Cette infrastructure clé se consacre au calcul scientifique intensif et au traitement de données, offrant aux chercheurs, un environnement de pointe pour leurs simulations numériques et analyses à grande échelle.

#### • Une chaîne de valorisation et de transfert riche et structurée.

- L'Institut polytechnique de Paris et ses écoles-membres disposent d'un ensemble d'instruments qui couvrent la chaîne de valorisation et de transfert ; elle s'étend de la détection des innovations à la création d'entreprises. Grâce à cet écosystème complet et structuré, l'Institut polytechnique de Paris favorise l'émergence de technologies innovantes, leur transfert vers le monde socio-économique et la création d'entreprises à fort impact.

- Certaines écoles-membres assurent la tutelle de deux instituts Carnot, acteurs majeurs du partenariat public-privé dans des domaines clés, comme les transitions industrielles (Mines<sup>75</sup>) et la transformation numérique (TSN<sup>76</sup>). Elles sont également partenaires de

Systemx, l'institut de recherche technologique consacré à la transformation numérique des industries, ainsi que de deux instituts pour la transition énergétique spécialisés dans le développement des technologies solaires (institut photovoltaïque d'Île-de-France) et l'efficacité énergétique en milieu urbain (Efficacity).

- Le processus de maturation des innovations, de valorisation de la propriété intellectuelle et d'industrialisation des découvertes est confié à la Satt Paris-Saclay qui accompagne les chercheurs dans la transformation des résultats de la recherche fondamentale en solutions technologiques exploitables par l'industrie. Les trois incubateurs Drah X-Innovation center, l'Incubateur Télécom Paris et l'IMT starter, accompagnent la création d'entreprises, notamment dans les secteurs du numérique, des télécommunications, des technologies de l'information et de la deeptech.

- Labélisé en 2023, le pôle universitaire d'innovation IP3 entend jouer un rôle clé dans la valorisation de l'innovation issue de la recherche académique, en capitalisant sur les compétences et les infrastructures de ses membres fondateurs (Institut polytechnique de Paris, Inria, CNRS et Satt Paris-Saclay) et de ses partenaires parmi lesquels figurent les trois pôles de compétitivité Systematic Paris-Région, Cap Digital, et Medicen Paris-Région. Le pôle a vocation à accélérer le transfert technologique vers le monde économique et à stimuler la création de start-up à partir des découvertes scientifiques, un axe stratégique de développement identifié par l'Institut polytechnique de Paris.

<sup>72</sup> Les IR\* (appelées TGR – très grandes infrastructures de recherche jusqu'en 2021) sont des infrastructures pilotées par les opérateurs de recherche qui relèvent d'une politique nationale et font l'objet d'un budget spécifique du ministère de l'Enseignement supérieur.

<sup>73</sup> Cern-LHC : Conseil européen pour la recherche nucléaire-Large hadron collider.

<sup>74</sup> HL-LHC : High-luminosity large hadron collider.

<sup>75</sup> Mines : Méthodes innovantes pour l'entreprise et la société.

<sup>76</sup> TSN : Télécom et société numérique.



# 1. CHIFFRES CLEFS DE L'ÉTABLISSEMENT

## a) Tableau de répartition des effectifs de l'établissement et des unités de recherche par domaine

Domaine scientifique	Nombre d'UR	EC	C	PAR	Total
Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total					
Sciences humaines et sociales	8	117 / 249	18 / 148	28 / 88	163 / 485
Sciences et technologies	35	448 / 930	54 / 445	307 / 636	809 / 2011
Sciences du vivant et de l'environnement	1	2 / 2	0 / 6	10 / 15	12 / 23
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>567 / 1181</b>	<b>72 / 599</b>	<b>345 / 739</b>	<b>984 / 2519</b>

## b) Tableaux de répartition des effectifs de l'établissement et des unités de recherche par panel

### Sciences humaines et sociales

Panels	Intitulé	Nombre d'UR	EC	C	PAR	Total
Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total						
SHS1	Marchés et organisations	4	99 / 188	8 / 118	20 / 63	127 / 369
SHS3	Le monde social et sa diversité	1	9 / 10	0 / 0	1 / 1	10 / 11
SHS4	L'esprit humain et sa complexité	1	9 / 28	0 / 0	1 / 10	10 / 38
SHS7	Espace et relations Hommes-milieus	2	0 / 23	10 / 30	6 / 14	16 / 67
<b>Total</b>		<b>8</b>	<b>117 / 249</b>	<b>18 / 148</b>	<b>28 / 88</b>	<b>163 / 485</b>

### Sciences et technologies

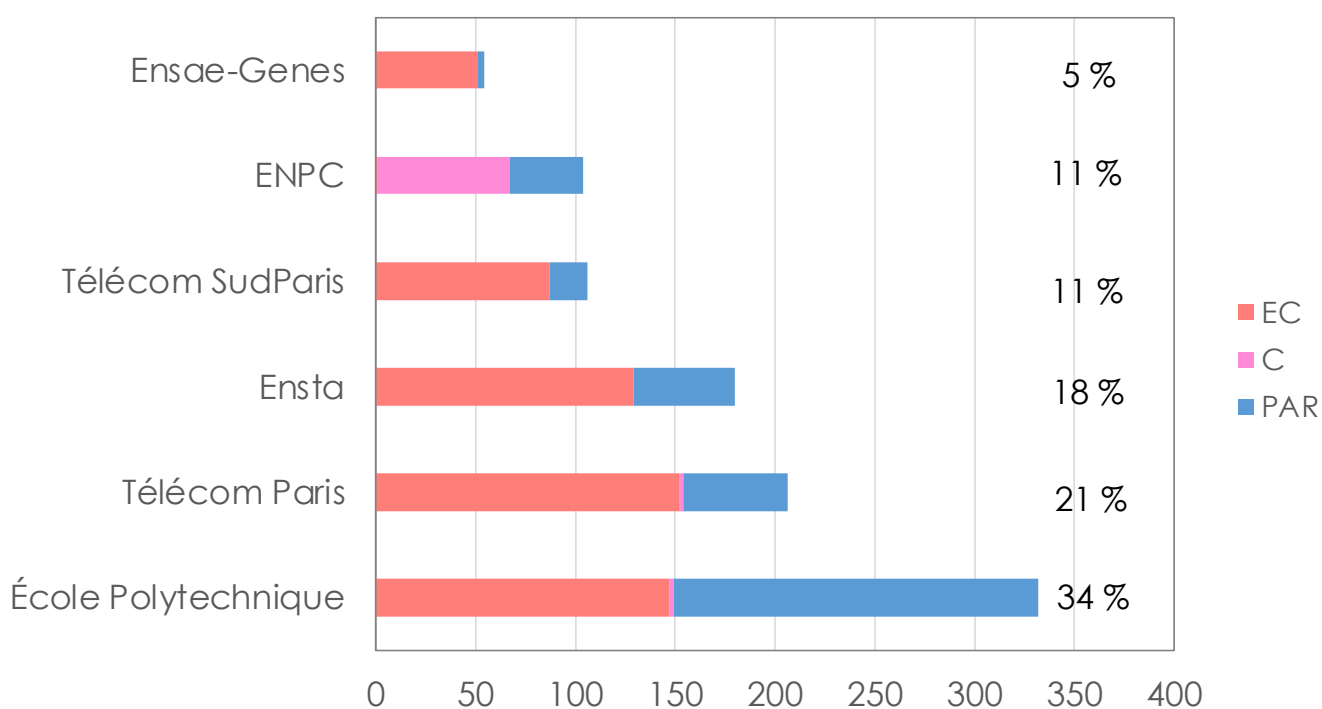
Sciences et technologies	Intitulé	Nombre d'UR	EC	C	PAR	Total
Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total						
ST1	Mathématiques	5	50 / 50	1 / 48	23 / 31	74 / 129
ST2	Physique	7	24 / 35	2 / 128	64 / 166	90 / 329
ST3	Sciences de la Terre et de l'Univers	4	4 / 35	12 / 72	29 / 91	45 / 198
ST4	Chimie	3	3 / 4	0 / 20	7 / 15	10 / 39
ST5	Sciences pour l'ingénieur	10	73 / 177	30 / 119	88 / 180	191 / 476
ST6	Sciences et technologies de l'information et de la communication - Stic	6	294 / 629	9 / 58	96 / 153	399 / 840
<b>Total</b>		<b>35</b>	<b>448 / 930</b>	<b>54 / 445</b>	<b>307 / 636</b>	<b>809 / 2011</b>

## Sciences du vivant et environnement

Sciences du vivant et environnement	Intitulé	Nombre d'UR	EC	C	PAR	Total
			Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total			
SVE3	Molécules du vivant, biologie intégrative (des gènes et génomes aux systèmes), biologie cellulaire et du développement pour la science animale	1	2 / 2	0 / 6	10 / 15	12 / 23
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>2 / 2</b>	<b>0 / 6</b>	<b>10 / 15</b>	<b>12 / 23</b>

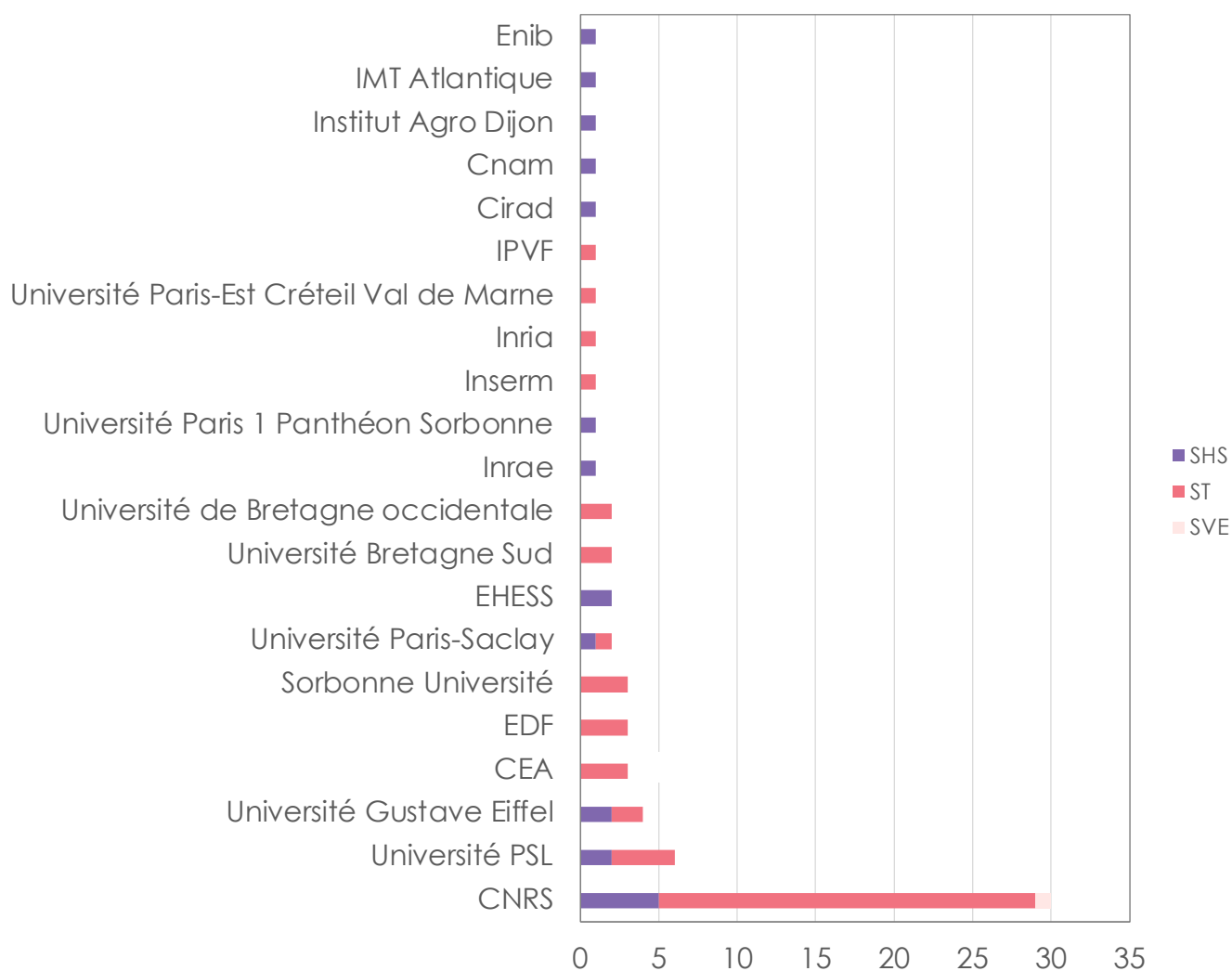
## c) Contribution des écoles-membres de l'établissement

Répartition des effectifs de l'établissement par école-membre et par catégorie de personnel



#### d) Partenaires de l'établissement

Contribution des partenaires à la tutelle des unités dans lesquelles l'établissement est impliqué



**Tableau des contributions relatives des opérateurs de recherche contribuant aux effectifs des unités sous tutelle de l'établissement**

Tutelles	Domaine SHS			Domaine ST			Domaine SVE			Tous les domaines confondus		
	EC	C	PAR	EC	C	PAR	EC	C	PAR	EC	C	PAR
Total des effectifs	249	148	88	930	445	636	2	6	15	1181	599	739
Institut polytechnique de Paris <sup>77</sup>	47 %	12 %	32 %	48 %	11 %	48 %	100 %	-	67 %	48 %	11 %	47 %
CNRS	<1 %	55 %	26 %	-	66 %	31 %	-	67 %	33 %	<1 %	63 %	30 %
Inria	-	-	-	<1 %	9 %	1 %	-	-	-	<1 %	7 %	1 %
Inrae	-	7 %	2 %	-	-	-	-	-	-	-	2 %	<1 %
CEA	-	-	-	-	2 %	1 %	-	-	-	-	2 %	1 %
Inserm	-	-	-	-	<1 %	1 %	-	33 %	-	-	1 %	1 %
Cirad	-	4 %	1 %	-	-	-	-	-	-	-	1 %	<1 %
IMT Atlantique	-	-	-	12 %	<1 %	3 %	-	-	-	9 %	<1 %	3 %
Université de Bretagne Sud	-	-	-	10 %	-	6 %	-	-	-	8 %	-	5 %
Université Gustave Eiffel	10 %	8 %	5 %	6 %	4 %	1 %	-	-	-	7 %	5 %	1 %
Université de Bretagne occidentale	-	-	-	11 %	-	2 %	-	-	-	9 %	-	1 %
Université PSL	13 %	7 %	6 %	<1 %	-	-	-	-	-	3 %	2 %	1 %
EDF	-	-	-	-	5 %	3 %	-	-	-	-	4 %	3 %
École nationale d'ingénieurs de Brest	-	-	-	4 %	-	<1 %	-	-	-	3 %	-	<1 %
Sorbonne Université	1 %	-	-	2 %	-	1 %	-	-	-	2 %	-	1 %
Université Paris 1 Panthéon Sorbonne	10 %	-	-	-	-	-	-	-	-	2 %	-	-
Université Paris-Est Créteil Val de Marne	-	-	-	2 %	-	1 %	-	-	-	1 %	-	1 %
Cnam	4 %	-	5 %	-	-	-	-	-	-	1 %	-	1 %
Université Paris-Saclay	2 %	2 %	-	1 %	-	-	-	-	-	1 %	1 %	-
Institut Agro Dijon	3 %	-	6 %	-	-	-	-	-	-	1 %	-	1 %
EHESS	4 %	1 %	1 %	-	-	-	-	-	-	1 %	<1 %	<1 %
Autres employeurs non tutelés <sup>78</sup>	6 %	4 %	16 %	4 %	2 %	1 %	-	-	-	3 %	<1 %	1 %

77 Regroupant les contributions des six écoles-membres : l'École polytechnique, l'Ensea-Genes, Télécom Paris, Télécom SudParis, l'ENPC, et l'Ensta.

78 Toutes catégories confondues, vingt autres opérateurs de recherche contribuent aux effectifs des unités présentées dans cette synthèse. Il s'agit notamment de l'Esiee (2 % des EC du domaine ST) et l'IRD (1 % des C en SHS). Ces opérateurs (universités, organismes, opérateurs privés, autres établissements publics et étrangers) affectent entre 0,03 % et 0,5 % des personnels dans les unités sous tutelle de l'IPP.

## 2. CARACTÉRISATION DE L'ÉCOSYSTÈME DE L'ÉTABLISSEMENT

### a) Quelques éléments de contexte liés à la création de l'Institut polytechnique de Paris

- L'Institut polytechnique de Paris est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel expérimental (EPE). En 2019, lorsqu'il est créé, il regroupe cinq écoles-membres appartenant à quatre établissements-composantes : l'École polytechnique, l'École nationale supérieure de techniques avancées (l'Ensta), l'École nationale de la statistique et de l'administration économique, qui fait partie du Groupe des écoles nationales d'économie de la statistique (Genes-Ensa) et deux écoles de l'Institut Mines Télécom (IMT), Télécom Paris et Télécom SudParis.
- Initialement partenaires de l'idex Paris-Saclay labélisé en 2012, les quatre établissements-composantes figuraient parmi les dix-neuf membres fondateurs<sup>79</sup> de la Comue Université Paris-Saclay créée en 2015. Cette structure avait pour mission de coordonner les institutions membres et de préparer la création de l'université Paris-Saclay, un engagement clé de la candidature idex. En 2016, le jury international a prolongé la période probatoire de l'idex afin de permettre l'émergence d'une université intégrée dotée d'une gouvernance centralisée, sur le modèle des grandes institutions académiques internationales. En 2017, très attachés à leur identité institutionnelle, les quatre établissements fondateurs de l'Institut polytechnique de Paris (l'École polytechnique, l'Ensta, Genes et l'IMT) ont choisi de quitter le périmètre institutionnel de l'idex pour s'engager dans un projet alternatif, porté par une ambition commune : créer un institut de sciences et de technologies de rang mondial à l'image du MIT<sup>80</sup> (États-Unis), de Caltech<sup>81</sup> (États-Unis) ou du Technion<sup>82</sup> (Israël).
- En 2024, l'École nationale des ponts et chaussées (ENPC) rejoint le périmètre de l'Institut polytechnique de Paris en tant que cinquième établissement-composante et sixième école-membre de l'établissement expérimental. Elle est partenaire de l'i-site Future<sup>83</sup> porté par l'université Gustave Eiffel. Par ailleurs, la fusion de l'Ensta Paris et de l'Ensta Bretagne au 1<sup>er</sup> janvier 2025 enrichit le périmètre de l'Institut polytechnique de Paris de trois unités de recherche supplémentaires, rattachées à titre principal au domaine ST (2)<sup>84</sup> et SHS (1)<sup>85</sup>.
- À sa création, l'EPE a pour mission de « définir et mettre en œuvre avec ses écoles-membres un projet partagé en matière de recherche, de formation, d'innovation et de valorisation »<sup>86</sup>. Sur cette base, l'Institut polytechnique de Paris exerce des compétences propres en matière de recherche, notamment à travers une politique commune de signature des publications scientifiques. Il pilote également des services transversaux mutualisés comme celui affecté au soutien au montage de projets de recherche. Depuis la réforme de ses statuts en 2024, l'Institut polytechnique de Paris « conduit la stratégie de recherche et de transfert de ses écoles-membres et coordonne la formation »<sup>87</sup>.
- L'Institut polytechnique de Paris est organisé en dix départements<sup>88</sup> d'enseignement-recherche, réunissant les enseignants-chercheurs et les chercheurs de ses écoles-membres, selon leur domaine de spécialisation. Ces départements assurent la conception des programmes académiques et la coordination des projets de recherche collaboratifs de leur périmètre disciplinaire. Par ailleurs, l'Institut polytechnique de Paris a mis en place une graduate school, consacrée à la formation d'excellence à la recherche et par la recherche. S'appuyant sur l'expertise de ses six écoles membres, elle propose des cycles de master et de doctorat structurés autour de programmes interdisciplinaires de haut niveau, en lien direct avec les unités de recherche du périmètre.

---

79 Selon leur dénomination de l'époque, les dix-neuf établissements fondateurs étaient AgroParisTech, le CEA, Centrale-Supélec, le CNRS, l'École polytechnique, l'Ensa-Genes, l'École normale supérieure de Cachan, l'Ensta ParisTech, Hautes études commerciales (HEC), l'Institut des hautes études scientifiques, l'Inra, Inria, l'Inserm, l'Institut Mines-Télécom, l'Institut d'optique, l'Onéra, l'université Paris-Sud et l'université Versailles Saint-Quentin.

80 MIT : Massachusetts institute of technology.

81 Caltech : California Institute of Technology.

82 Technion : Israel institute of technology.

83 Labélisé en 2017, l'i-site Future-Inventer la ville de demain a été pérennisé en 2022, à la fin de sa période probatoire.

84 Institut de recherche Dupuy de Lôme (IRDL, ST5) ; Laboratoire des sciences et techniques de l'information, de la communication et de la connaissance (Lab-Sticc, ST6).

85 Formation et apprentissages professionnels (Foap, SHS4).

86 Article 1<sup>er</sup> des statuts de l'Institut polytechnique de Paris.

87 Article 3 des statuts de l'Institut polytechnique de Paris.

88 Mathématiques ; Informatique, donnée, intelligence artificielle ; Information, communication, électronique ; Physique ; Mécanique et énergétique ; Chimie ; Biologie ; Économie ; Sciences sociales et management ; Sciences humaines, arts, lettres, langues.

## b) Une ambition pour 2030 : « devenir un institut pluridisciplinaire de science et de technologie de rang mondial<sup>89</sup> »

### Une stratégie d'excellence tournée vers la réponse aux enjeux sociétaux contemporains

• L'Institut polytechnique de Paris entend jouer un rôle majeur dans le développement de solutions innovantes face aux grands défis scientifiques et sociétaux ainsi qu'aux enjeux stratégiques contemporains. Il s'appuie sur l'excellence académique de ses six écoles-membres pour développer des programmes de recherche interdisciplinaires et favoriser l'innovation technologique. Par ailleurs, son positionnement sur le plateau de Saclay, au cœur d'un écosystème scientifique et technologique de premier plan, lui permet de développer des synergies avec des centres de R&D industriels, renforçant ainsi l'impact des recherches menées dans ses unités de recherche.

• L'Institut polytechnique de Paris structure son approche des défis sociétaux par l'intermédiaire de centres interdisciplinaires, intégrant recherche d'excellence, formation de talents de haut niveau et innovation technologique. Ces instruments stratégiques doivent lui permettre d'anticiper et d'accompagner les transformations sociétales et industrielles, consolidant ainsi son ambition de devenir un institut de sciences et technologies de rang mondial, complémentaire à l'université Paris-Saclay.

### Sept centres interdisciplinaires qui visent à « positionner le dispositif de recherche de l'Institut polytechnique de Paris parmi les meilleurs au monde »<sup>90</sup>

• Les sept centres interdisciplinaires favorisent le développement de savoirs innovants aux interfaces disciplinaires et renforcent les collaborations structurantes avec les acteurs socio-économiques, en s'appuyant sur la complémentarité des expertises et savoir-faire de la recherche académique et de la R&D privée. Leur mission est de rapprocher les avancées scientifiques fondamentales issues des unités de recherche, des besoins industriels et des préoccupations sociétales. Ces centres s'inscrivent dans une démarche intégrative des différents projets soutenus par France 2030. Ils bénéficient du soutien des partenaires industriels, sous forme de contrats de partenariats ou de mécénat. Par ailleurs, ils fédèrent les compétences des unités de recherche des six écoles-membres, contribuant ainsi à l'appropriation d'une identité scientifique commune dans le périmètre de l'Institut polytechnique de Paris.

	Thématique	UR de l'université impliquées
E4C	Fondé en 2019, le centre Energy for climate s'appuie sur une collaboration étroite de l'Institut polytechnique de Paris avec le CNRS, le CEA, EDF et TotalEnergies. Il a pour objet de croiser les regards disciplinaires, pour répondre aux enjeux scientifiques et politiques soulevés par la transition énergétique. En combinant les approches des sciences sociales et économiques avec celles des sciences et techniques (sciences des matériaux, ingénierie, mathématiques appliquées, informatique et géophysique), le centre se concentre sur quatre thématiques liées à : 1/ la réduction des émissions de gaz à effet de serre ; 2/ l'amélioration de l'efficacité énergétique ; 3/ la distribution d'énergie renouvelable et 4/ l'évaluation des politiques publiques.	Cired (SHS1), Crest (SHS1), I3 (SHS1), Linx (SHS3), LVMT (SHS7), Cermics (ST1), Cmap (ST1), Uma (ST1), CPHT (ST2), LLR (ST2), LSI (ST2), Luli (ST2), (ST2), PMC (ST2), Cerea (ST3), HM&Co (ST3), LMD (ST3), IPVF (ST4), LCM (ST4), LSO (ST4), Imsia (ST5), Ladhyx (ST5), LHSV (ST5), LMS (ST5), LPICM (ST5), LPP (ST5), Navier (ST5), UCP (ST5), LIGM (ST6), Lix (ST6), LTCI (ST6), Samovar (ST6), U2IS (ST6).
Hi! Paris	Le Centre sur l'analyse des données et l'intelligence artificielle pour la science, les affaires et la société aborde un large éventail de thématiques liées aux fondements de l'intelligence artificielle, ses applications dans le monde de l'entreprise et son impact sociétal. Le centre créé en 2020, à l'initiative de l'Institut polytechnique de Paris et de HEC, bénéficie du soutien d'Inria et du CNRS. En 2024, il a été lauréat de l'appel à projets IA-Cluster lancé par France 2030.	Crest (SHS1), Cmap (ST1), Uma (ST1), PMC (ST2), Lix (ST6), LTCI (ST6), Samovar (ST6), U2IS (ST6).

<sup>89</sup> RAE de l'Institut polytechnique de Paris (page 1).

<sup>90</sup> Ibid.



	Thématique	UR de l'université impliquées
Cieds	En 2021, l'Institut polytechnique de Paris et l'AID <sup>91</sup> se sont associés pour créer le Centre interdisciplinaire d'études pour la défense et la sécurité. Ce centre a pour mission de soutenir la conception et le développement de solutions technologiques innovantes, adaptées aux défis stratégiques et opérationnels du secteur de la défense.	I3 (SHS1), Cmap (ST1), Poems (ST1), Uma (ST1), IPVF (ST4), LCM (ST4), LSO (ST4), Imsia (ST5), Ladhys (ST5), LMI (ST5), LMS (ST5), LPICM (ST5), LPP (ST5), UCP (ST5), Lix (ST6), LTCI (ST6), U2IS (ST6).
E4H	Le centre Engineering for health développe des approches interdisciplinaires associant physique, mathématiques, sciences sociales et sciences du vivant pour concevoir des innovations technologiques au service de la santé et du bien-être. Il a été créé en 2022 par l'Institut polytechnique de Paris en partenariat avec Inria et le groupe hospitalier Paris Saint Joseph.	I3 (SHS1), Lob (ST2), PMC (ST2), LCM (ST4), LSO (ST4), Imsia (ST5), Ladhys (ST5), LMI (ST5), LMS (ST5), LPICM (ST5), Lix (ST6), LTCI (ST6), Bioc (SVE3).
Spiral	Inauguré en 2023, le centre interdisciplinaire Sciences, publics, inspirations, recherches, arts, tous liés ! explore les transformations numériques et sociétales en combinant sciences, technologies et création artistique pour imaginer des contenus culturels créatifs et innovants.	LLR (ST2), LSI (ST2), Imsia (ST5), Ladhys (ST5), LMI (ST5), Lix (ST6).
M4S	Le centre Materials for society, créé en 2023, vise à relever les défis sociétaux et industriels liés aux matériaux en mobilisant une approche interdisciplinaire impliquant la physique, la chimie des matériaux, la mécanique et les mathématiques appliquées. En intégrant des méthodologies innovantes dès la conception des matériaux, il ambitionne de développer des solutions optimisées, durables et évolutives pour des secteurs clés, notamment l'énergie, la santé, les technologies numériques, la défense et l'industrie.	CPHT (ST2), LSI (ST2), PMC (ST2), IPVF (ST4), LCM (ST4), LSO (ST4), Imsia (ST5), Ladhys (ST5), LMI (ST5), LMS (ST5), LPICM (ST5), LPP (ST5)
Cimo	Fondé conjointement par l'Institut polytechnique de Paris et l'Ifremer en 2024, le centre interdisciplinaire mers et océan aborde des thématiques liées à la diminution de l'empreinte écologique des activités maritimes et la surveillance environnementale des milieux marins.	LHSV (ST5), IRDL (ST5), Lab-Sticc (ST6)

### c) Des partenariats institutionnels contribuant à l'identité scientifique de l'Institut polytechnique de Paris

#### Le partenariat avec le CNRS et Inria au cœur de la dynamique scientifique impulsée par l'Institut polytechnique de Paris, au sein de sa communauté de recherche

- La dimension stratégique des partenariats avec le CNRS et Inria se fonde sur l'engagement des deux organismes auprès d'une très large majorité (76 %) des unités de recherche sous tutelle des écoles-membres de l'établissement. Elle se concrétise également par leur implication dans le pilotage des programmes financés par le PIA et par le plan d'investissement France 2030 coordonnés par l'Institut polytechnique de Paris. Les deux organismes sont fortement engagés dans les programmes de formation de l'Institut polytechnique de Paris : 165 personnels du CNRS et 51 chercheurs d'Inria contribuent aux enseignements, au sein de l'Institut<sup>92</sup>.
- La stratégie partagée entre le CNRS et l'Institut polytechnique de Paris a été formalisée en 2020 par la signature d'une convention-cadre qui précise les enjeux communs autour de la recherche fondamentale, le potentiel d'innovation des unités de recherche et l'attractivité internationale du site. La contribution du CNRS représente 24 % de l'effectif total des unités du périmètre (377 C et 222 PAR).
- En 2021, l'Institut polytechnique de Paris et Inria ont signé un accord-cadre pour renforcer leur coopération en recherche, en formation et dans le secteur de l'innovation, dans le domaine du numérique. Cette alliance vise à accroître la présence d'Inria au sein des centres interdisciplinaires de l'Institut polytechnique de Paris, à encourager l'émergence de recherches de rupture, et à stimuler la création de start-up ainsi que le développement de collaborations avec l'industrie. Les deux établissements sont conjointement impliqués dans

<sup>91</sup> AID : Agence de l'innovation de défense.

<sup>92</sup> Contribution de l'Institut polytechnique de Paris à la description de son environnement recherche (page 4).

vingt équipes communes<sup>93</sup>, soit onze de plus que durant la période précédente.

- Le CNRS, Inria ainsi que l'Inserm, l'Onéra et le CEA sont représentés au conseil académique de l'Institut polytechnique de Paris, instance consultative intervenant en amont des délibérations du conseil d'administration sur la politique de recherche et de valorisation de l'Institut.

### Des objectifs partagés avec l'écosystème académique du plateau de Saclay

- Les collaborations de l'Institut polytechnique de Paris avec les autres établissements implantés sur le plateau de Saclay s'inscrivent dans un écosystème complexe qui s'est fortement recomposé durant la dernière décennie. Ces liens se fondent principalement sur des stratégies scientifiques communes soutenues par des participations conjointes à des projets structurants de grande envergure.

- À titre d'exemple, la fondation de mathématiques Jacques-Hadamard (FMJH) fédère la communauté mathématique du campus de Paris-Saclay, en réunissant les chercheurs de l'université Paris-Saclay et ceux de l'Institut polytechnique de Paris. Par ailleurs, les deux établissements figurent aux côtés de l'Inserm, parmi les membres fondateurs du Paris-Saclay cancer cluster, un pôle d'excellence consacré à la recherche et à l'innovation en oncologie. Par ailleurs, HEC Paris et l'Institut polytechnique de Paris ont joué un rôle déterminant dans le développement du centre interdisciplinaire Hi! Paris, spécialisé en intelligence artificielle et en science des données, labellisé IA-Cluster en 2024.

- Un accord-cadre tripartite entre l'Onéra, l'Ensta et l'École polytechnique prévoit l'implantation d'un nouveau bâtiment consacré aux équipes du département aérodynamique, aéroélasticité et acoustique (DAAA) de l'Onéra, à proximité de celui du département de mécanique et d'énergétique de l'Institut polytechnique de Paris, renforçant ainsi les collaborations entre ces institutions.

### Une implantation qui s'affirme au niveau national

- Depuis 2024, l'Institut polytechnique de Paris est membre d'Udice, association créée en 2020, qui rassemble treize établissements parmi lesquels neuf sont labélisés idex<sup>94</sup> et deux sont pérennisés en tant qu'i-site<sup>95</sup>. Les établissements du groupe Udice partagent des objectifs communs liés à « l'excellence de la recherche, la performance de l'enseignement supérieur, et le développement d'écosystèmes d'innovation attractifs en France et en Europe »<sup>96</sup>.

- L'Institut polytechnique de Paris et ses écoles membres sont partenaires de nombreux réseaux nationaux qui se sont structurés grâce aux programmes du PIA ou du plan France 2030 (4 équipex+, 14 PEPR) et de sept infrastructures nationales.

### Une stratégie institutionnelle de partenariats internationaux

- L'Institut polytechnique de Paris est, depuis 2023, membre de l'alliance des universités Eurotech qui rassemble six établissements de premier plan en sciences et technologies : l'université technique de Munich (Allemagne), l'université de technologie de Delft (Pays-Bas), l'université technique du Danemark (Danemark), l'École polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse) et Technion – institut israélien de technologie (Israël). Ce réseau de coopération académique et scientifique privilégie quatre thématiques relatives à l'intelligence artificielle, la fabrication additive, le développement durable ainsi que santé et bio-ingénierie.

- L'Institut polytechnique de Paris est membre associé de l'alliance européenne Euroteq<sup>97</sup>, un réseau réunissant six grandes universités technologiques et deux écoles de commerce<sup>98</sup>. Son ambition est de réinventer la formation en ingénierie en favorisant une approche interdisciplinaire, flexible et étroitement liée aux besoins de l'industrie.

---

93 Le bilan dénombre cinq équipes-projets au Cmap (ST1), trois au Cermics (ST1), deux à l'Uma (ST1), cinq au Lix (ST6). Le Crest (SHS1), le CPHI (ST2), le LMS (ST5), le LTCI (ST6) et Samovar (ST6) hébergent également chacun une équipe-projet.

94 Universités de Bordeaux et de Strasbourg, universités Grenoble Alpes, PSL, Paris-Saclay, Côte d'Azur, Paris Cité, Aix-Marseille et Sorbonne Université.

95 Universités de Lorraine et de Montpellier.

96 <https://www.udice.org/a-propos/>.

97 L'alliance Euroteq a bénéficié de financements provenant du deuxième appel à projets « université européenne » du programme Erasmus+ en 2020. Les financements du programme Erasmus+ ont été renouvelés en 2023 lors du quatrième appel « universités européennes » au titre de l'approfondissement du partenariat existant.

98 Les membres fondateurs de cette alliance sont l'École polytechnique, l'université technologique d'Eindhoven (Pays Bas), l'université technique de Munich (Allemagne), l'université technique du Danemark (Danemark), l'université de technologie de Tallinn (Estonie) et l'université technique de Prague (République Tchèque), rejointes en 2023 par HEC Paris et l'IESE business school de l'université de Navarre (Espagne).

- Depuis 2022, l'Institut polytechnique de Paris fait partie du Cesaer qui regroupe plus de 50 universités européennes de premier plan en sciences, ingénierie et technologies. Ce réseau vise notamment à promouvoir l'excellence en ingénierie et en sciences appliquées et à influencer sur les politiques européennes en matière d'enseignement supérieur, de recherche et d'innovation.

- En complément de sa participation à ces réseaux, porteurs de positionnement européen, l'Institut polytechnique de Paris développe une stratégie institutionnelle de collaborations internationales ciblées, notamment à partir des partenariats existants avec des établissements prestigieux. L'Institut polytechnique de Paris a conclu quatre partenariats stratégiques<sup>99</sup> avec l'université Jiao Tong de Shanghai (Chine), avec l'Institut indien de technologie de Delhi et l'Institut indien de technologie de Madras (Inde) ainsi qu'avec Polytechnique Montréal (Canada).

#### d) Le cluster Paris-Saclay : un environnement favorable pour tisser des partenariats stratégiques avec les entreprises

- Le cluster Paris-Saclay constitue un pôle d'innovation de premier plan, réunissant les établissements qui composent l'université Paris-Saclay, les écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris, des grands groupes industriels comme Thales, EDF, Safran, TotalEnergies et IBM, ainsi que de nombreuses start-up et PME. Cet écosystème favorise les synergies entre acteurs académiques et industriels, stimulant les avancées scientifiques et technologiques.

- L'Institut polytechnique de Paris joue un rôle central dans cette dynamique de collaboration entre recherche publique et secteur privé, grâce à la renommée de ses unités de recherche et à la visibilité que lui apportent ses centres interdisciplinaires. Parmi les collaborations phares, TotalEnergies et EDF sont partenaires du centre interdisciplinaire Energy for climate. En outre, l'Institut polytechnique de Paris a inauguré deux laboratoires communs durant la période, l'un en partenariat avec Thalès (Heracles<sup>100</sup>) et l'autre en collaboration avec Safran (Comhet<sup>101</sup>).

### 3. INVESTISSEMENTS D'AVENIR

#### a) Les laboratoires d'excellence

L'Ensaie-Genes coordonne le labex Ecodec

Acronyme	Thématique	UR de l'institut impliquées
Ecodec	Le labex Réguler l'économie au service de la société a pour objectif d'analyser et d'améliorer l'efficacité des régulations économiques et des politiques publiques. Il conçoit de nouveaux outils permettant une évaluation rigoureuse des politiques publiques et des décisions des entreprises, afin de formuler des recommandations adaptées aux enjeux contemporains du marché du travail, des institutions financières et de la régulation économique. Ecodec est coordonné par l'Ensaie-Genes au nom d'un consortium qui regroupe HEC et l'École polytechnique.	Crest (ST1)

- Les écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris sont par ailleurs impliquées dans onze labex dont la prolongation a été validée jusqu'en 2024, suite à l'évaluation menée par un jury international en 2018. L'École polytechnique et l'Ensaie étaient partenaires de sept labex intégrés à l'index Paris-Saclay. Les financements de ces labex viennent consolider la mise en place des graduate school de l'université Paris-Saclay. L'ENPC est membre des quatre autres, rattachés à l'i-site Future, porté par l'université Gustave Eiffel. L'annexe de ce document détaille ces onze labex ainsi que les trois qui ont été arrêtés à la suite de l'évaluation de 2018.

<sup>99</sup> RAE de l'Institut polytechnique de Paris (page 6).

<sup>100</sup> Heracles : Hautes énergies pour la recherche en accélération laser d'électrons et sources secondaires à Saclay associe l'Institut polytechnique de Paris, le CNRS et Thales. Les unités de recherche impliquées sont le laboratoire d'optique appliquée (Loa, ST2) et le laboratoire pour l'utilisation des lasers Intenses (Luli, ST2).

<sup>101</sup> Le laboratoire commun pour l'étude des hall effect thrusters (Comhet) a été créé par l'École polytechnique, le CNRS et Safran Electronics & Defense. Il implique les chercheurs du laboratoire de physique des plasmas (LPP, ST2).

## b) Les équipements d'excellence : équipex, équipex+

### L'École polytechnique coordonnait l'équipement d'excellence Morphoscope

Acronyme	Thématique	UR de l'institut impliquées
Morphoscope2 <sup>102</sup> achevé en 2023	Coordonné par l'École polytechnique, l'équipement d'excellence Morphoscope2 a permis le développement d'une plateforme consacrée à l'imagerie optique et à l'analyse d'images des systèmes vivants. Dotée des technologies les plus avancées en microscopie photonique et en traitement des données, elle offre des capacités d'analyse multi-échelle in vivo. Elle intègre également des outils de visualisation et de traitement d'images de haute performance. Morphoscope2 fait partie des plateformes de l'infrastructure nationale France bio-imaging.	Lob (ST2)

- Les écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris étaient également partenaires de sept équipex dont le financement est achevé. La liste de ces sept projets est reportée en annexe 3.

### Les écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris sont partenaires de trois équipements structurants pour la recherche (équipex+)

Acronyme	Thématique	UR de l'institut impliquées
Obs4clim	Le système d'observation intégré de l'atmosphère a pour objectif de répondre aux nouveaux défis posés à l'observation de la Terre, en renforçant les capacités des trois infrastructures nationales impliquées dans les réseaux européens Actris, Iagos <sup>103</sup> et Icos <sup>104</sup> . Piloté par le CNRS, cet équipex+ est porté par un consortium de dix-huit partenaires, dont l'École polytechnique.	LMD (ST3)
WeShare	L'infrastructure digitale pour la recherche en science humaine et sociale sur le cancer est une plateforme numérique coordonnée par Unicancer. Elle est portée par un consortium qui réunit sept partenaires, dont trois centres de lutte contre le cancer et l'École polytechnique. Centrée sur le patient, elle développe des outils innovants de production et de collecte de données pour faire progresser la recherche en sciences humaines et sociales appliquée à la cancérologie.	I3 (SHS1)
Continuum	Continuum est une infrastructure de recherche nationale, collaborative, qui réunit 30 plateformes intégrant des équipements adaptés (murs d'écrans, salles immersives, casques de réalité virtuelle). Il a pour objectif de créer une continuité collaborative du numérique vers l'humain (interaction, immersion, visualisation et collaboration), et de développer des recherches interdisciplinaires entre l'informatique et les sciences humaines et sociales. Le réseau comporte 22 partenaires dont le CNRS, qui porte le projet, le CEA, Inria, dix universités et neuf grandes écoles, dont Télécom Paris.	I3 (SHS1), LTCI (ST6)

<sup>102</sup> Imagerie et reconstruction multi-échelle de la morphogenèse. (Plateforme d'innovation technologique et méthodologique pour l'imagerie in vivo et la reconstruction des dynamiques multi-échelles de la morphogenèse).

<sup>103</sup> Iagos : In-service aircraft for a global observing system.

<sup>104</sup> Icos : Integrated carbon observation system.

### c) Les écoles graduées

#### L'Institut polytechnique de Paris coordonne quatre écoles universitaires de recherche

Acronyme	Thématique	UR de l'institut impliquées
Bertip	Biomedical engineering training program a pour objectif de former les étudiants à l'ingénierie biomédicale en favorisant les collaborations étroites avec le monde médical et les partenaires industriels. Ce programme est l'un des parcours de formation proposés par le centre interdisciplinaire Engineering for health.	Lob (ST2), Ladhys (ST5), Bioc (SVE3)
E4C	L'école universitaire de recherche E4C soutient le développement du volet formation du centre interdisciplinaire Energy for climate, en préparant les étudiants aux défis de la transition énergétique. Elle propose des parcours diversifiés, tournés vers la recherche académique, la R&D en entreprise et l'entrepreneuriat, afin de former des experts capables de contribuer à la transformation du secteur énergétique.	Cerea (ST3), LMD (ST3), IPVF (ST4)
Data EFM	L'école universitaire de recherche Data science for economics, finance and management propose une formation interdisciplinaire de master-doctorat basée sur une expertise avancée en statistiques, économétrie et machine learning. Son ambition est de proposer des programmes qui permettent d'analyser et d'exploiter les données massives pour l'évaluation, la prévision et la prise de décision dans les domaines de l'économie, de la finance et du management.	Crest (SHS1)
Plasma_ST	Plasma science and training a pour ambition de former une nouvelle génération de chercheurs de haut niveau spécialisés dans la physique des plasmas.	Cmap (ST1), CPHT (ST2), Loa (ST2), Luli (ST2), LSI (ST2), LPICM (ST5), LPP (ST5)

#### L'ENPC est partenaire de deux écoles universitaires de recherche

Acronyme	Thématique	UR de l'institut impliquées
IPSL-CGS	L'Institut Pierre Simon Laplace -climate graduate school est consacré aux questions liées au système climatique, aux changements climatiques et à leurs impacts. L'ENPC et l'École polytechnique figurent parmi les quatorze partenaires de cette école, pilotée par Sorbonne Université.	Cerea (ST3), LMD (ST3)
PGSE	La Paris graduate school of economics a pour objectif de mener une recherche d'excellence en science économique, en lien avec les sciences sociales et cognitives, tout en proposant des formations de haut niveau et en contribuant au débat public par des analyses rigoureuses. L'ENPC est partenaire de ce projet porté par la Paris school of economics.	PJSE (SHS1)

#### L'Ensta est partenaire d'une école universitaire de recherche

Acronyme	Thématique	UR de l'institut impliquées
ISBlue	L'Interdisciplinary school for the blue planet a pour ambition de développer des solutions innovantes face aux enjeux climatiques, environnementaux et socio-économiques liés au milieu marin. Elle promeut des approches interdisciplinaires pour mieux comprendre et protéger l'océan. L'Ensta fait partie des établissements partenaires de cette école, pilotée par l'université de Bretagne occidentale.	IRDL (ST5), Lab-Sticc (ST6)

## d) Les instituts Convergences

### L'institut Convergences Data science, artificial intelligence and society (Dataia/I2-Drive)

• Depuis 2017, Dataia de l'université Paris-Saclay réunit des expertises en mathématiques, informatique, sciences juridiques, économiques et sociales pour structurer et dynamiser la recherche interdisciplinaire en sciences des données et en intelligence artificielle. Ses objectifs incluent le développement de programmes de recherche et d'innovation ambitieux pour relever les défis économiques et sociétaux posés par l'intelligence artificielle, la formation d'étudiants de haut niveau, adaptés aux métiers de demain, et la création d'un écosystème agile favorisant les interactions entre recherche, formation et innovation. Coordonné par l'université Paris-Saclay, l'Ensta et l'École polytechnique apparaissent comme membres du consortium mais ne semblent pas y être actifs. L'unité U2IS (ST6) participe à ce projet.

### L'institut Convergences Changement climatique et usage des terres (Cland)

• Depuis 2017, Cland fédère des expertises complémentaires en climatologie, biogéochimie, biodiversité, agronomie, économie et sciences sociales afin d'étudier la vulnérabilité des écosystèmes cultivés face au changement climatique. Son objectif est d'évaluer les risques environnementaux liés à ces transformations et de concevoir des stratégies de gestion durable des terres cultivées. Il est coordonné par l'université Paris-Saclay au nom d'un consortium qui fédère le CEA, le CNRS, Inrae, le Cirad, l'IRD<sup>105</sup> et l'École polytechnique. Le Cired (SHS1) et le LMD (ST3) participent aux travaux de cet institut.

## e) Le soutien à la structuration des centres interdisciplinaires : Excellences sous toutes ses formes, ASDES, IA-Cluster

### Excellences sous toutes ses formes : Science et technologie à Polytechnique Paris (Step2)

• Science et technologie à Polytechnique Paris (Step2) a pour objectif de renforcer la recherche fondamentale et l'innovation dans les domaines stratégiques définis par l'Institut polytechnique de Paris, notamment l'ingénierie de la santé, les nouveaux matériaux, les technologies numériques, ou encore l'énergie au service du climat. Il soutient la structuration des centres interdisciplinaires consacrés à ces thématiques en favorisant le recrutement de jeunes chercheurs et scientifiques de haut niveau, la création de nouvelles équipes mixtes en physique et informatique, ainsi que le rapprochement entre recherche et pratique clinique à travers l'accueil de médecins en laboratoire. Step2 accompagne également la valorisation des recherches en formant les chercheurs à l'innovation et en encourageant les thèses entrepreneuriales en partenariat avec les entreprises. Le CNRS et Inria sont partenaires de ce projet piloté par l'Institut polytechnique de Paris.

### Accélération des stratégies de développement des établissements d'enseignement supérieur et de recherche : Europe et mécénat d'entreprise pour des ressources augmentées durablement (Emeraude)

• Emeraude accompagne le développement du service consacré au montage de projets européens et internationaux. Il soutient également les actions de levées de fonds auprès des entreprises pour financer les centres interdisciplinaires et des chaires partenariales.

### Pôle d'excellence en recherche et formation en intelligence artificielle (IA-Cluster) : Hi! Paris

• Le centre sur l'analyse des données et l'intelligence artificielle pour la science, les affaires et la société figure parmi les neuf pôles académiques français de renommée internationale en intelligence artificielle, lauréats, en 2024, de l'appel à manifestation d'intérêt IA-Cluster.

## f) Le pôle universitaire d'innovation

### Le pôle universitaire d'innovation : Institut polytechnique de Paris et partenaires (IP<sup>3</sup>)

• Le pôle est piloté par un consortium de quatre membres fondateurs : l'Institut Polytechnique de Paris, le CNRS, Inria et la Satt Paris-Saclay. Il associe cinq partenaires : l'EPA Paris-Saclay<sup>106</sup>, la région Île-de-France et les trois pôles de compétitivité Systematic Paris-Région, Cap Digital, et Medicen Paris-Région. IP<sup>3</sup> a été labélisé en juillet 2023 parmi 24 projets lauréats. Une description plus précise de ce projet est reportée dans le paragraphe consacré aux principales structures de valorisation.

<sup>105</sup> IRD : Institut de recherche pour le développement.

<sup>106</sup> Epa Paris-Saclay : Établissement public d'aménagement Paris-Saclay.



## g) Les programmes et équipements prioritaires de recherche

L'Institut polytechnique de Paris participe à quatorze programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR). Il est impliqué dans le pilotage de deux de ces programmes présentés ci-dessous.

### Dispositifs intégrés pour l'accélération du déploiement de matériaux émergents (Diadem)

- Ce programme piloté par le CNRS et le CEA associe modélisation, intelligence artificielle et caractérisation avancée pour concevoir des matériaux innovants, durables et respectueux de l'environnement, tout en réduisant la dépendance aux ressources critiques. Son ambition est d'accélérer le développement et l'intégration de ces matériaux alternatifs, afin d'apporter des solutions aux défis industriels et technologiques de demain. L'Institut polytechnique de Paris intervient comme partenaire de ce projet au même titre que l'université Paris-Saclay, Sorbonne Université, l'université Grenoble-Alpes, l'université de Lorraine, l'université de Bordeaux et l'université de Lyon.

### Réseaux du futur

- L'objectif du PEPR Réseaux du futur est de concevoir des solutions innovantes pour des réseaux plus flexibles, fiables, sécurisés et économes en énergie, adaptés aux besoins des secteurs stratégiques tels que la santé connectée, l'industrie 4.0 et les véhicules autonomes. L'ambition de ce projet est de positionner la France à l'avant-garde des technologies de communication en soutenant des recherches de pointe au sujet des réseaux 5G, 6G et au-delà. Réseaux du futur est piloté par le CEA, le CNRS et l'IMT. L'un des coordonnateurs du réseau est membre du LCTI (ST6).

## 4. PRINCIPALES PLATEFORMES ET GRANDES INFRASTRUCTURES

- Les écoles membres de l'Institut polytechnique de Paris, en particulier l'École polytechnique, disposent de plateformes de haute technicité. Elles participent à la gouvernance des infrastructures de recherche nationales dans lesquelles ces équipements sont intégrés. Certaines de ces infrastructures font référence au niveau mondial.

Acronyme	Thématique	UR de l'institut impliquées
Apollon	Apollon est une infrastructure de recherche nationale étoile (IR*). Elle met à disposition de la communauté scientifique des sources laser d'une puissance inédite (jusqu'à 10 PW), ouvrant la voie à l'exploration de phénomènes physiques encore inaccessibles, notamment en physique des plasmas et en électrodynamique quantique. Elle favorise également le développement de nouvelles sources secondaires de rayonnement et de particules aux caractéristiques uniques. Implantée dans le plateau de Saclay, Apollon est coordonnée par le CNRS et l'École polytechnique.	Loa(ST2), Luli (ST2)
Infranalyti cs	Cette infrastructure de recherche nationale en science de la matière et ingénierie est coordonnée par le CNRS. Elle regroupe dix-huit unités de recherche, dotées des équipements analytiques à très haut champ magnétique (RMN <sup>107</sup> , RPE <sup>108</sup> et FT-ICR MS <sup>109</sup> ), les plus performants sur le territoire national. L'École polytechnique est membre du consortium qui porte Infranalytics.	LCM (ST4)
Cern LHC	Le LHC du Cern est le plus puissant collisionneur au monde. Il permet d'explorer les constituants fondamentaux de la matière en recréant des conditions proches de celles qui ont existé juste après le Big Bang. Ses principaux objectifs scientifiques incluent l'étude approfondie du boson de Higgs, la recherche de nouvelles particules au-delà du modèle standard, ainsi que l'exploration des interactions entre matière et antimatière pour mieux comprendre l'origine de l'Univers. L'Institut polytechnique de Paris est partenaire de cette infrastructure labélisée IR*, nœud français de l'infrastructure européenne LH LHC.	CPHT (ST2), LLR (ST2)
FBI	Piloté par le CNRS, France bio-imaging fédère 36 plateformes spécialisées en bio-imagerie. La plateforme Morphoscope de l'École polytechnique qui a été financée par un équipex fait partie de ce réseau. FBI est le nœud français de l'infrastructure européenne de recherche sur l'imagerie biologique et biomédicale (Euro bioimaging).	Lob (ST2)

107 RMN : Résonance magnétique nucléaire.

108 RPE : Résonance paramagnétique électronique.

109 FTICR-MS : Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry.

Actris-France	Actris-France est le nœud français de l'infrastructure européenne Actris. Il regroupe des installations et des équipements permettant l'observation et la surveillance en continu des processus physico-chimiques atmosphériques (aérosols, nuages, gaz réactifs). Le Sirta <sup>110</sup> , géré par l'Institut Pierre-Simon Laplace <sup>111</sup> , est l'une des plateformes membres de ce réseau. L'ENPC et l'École polytechnique sont partenaires d'Actris-France.	Cerea (ST3), LMD (ST3)
Data-Terra	Créée en 2016, Data-Terra s'appuie sur quatre pôles de données et services correspondant à chacun des grands compartiments du système Terre. Le centre de données et services Espri <sup>112</sup> est l'un des quatre centres de données consacrés à l'atmosphère <sup>113</sup> . Il est spécialisé dans l'exploitation des données liées à la chimie atmosphérique, aux aérosols, aux nuages, au rayonnement et au cycle de l'eau. L'École polytechnique est partenaire de cette infrastructure.	Cerea (ST3), LMD (ST3)

- Certaines plateformes font partie de réseaux nationaux ou européens.

Acronyme	Thématique	UR de l'institut impliquées
CASD	Le centre d'accès sécurisé aux données a pour mission de garantir un accès sécurisé aux données sensibles issues de la statistique publique et de bases administratives, tout en assurant la confidentialité et la protection des données individuelles. Il permet aux utilisateurs d'exploiter ces données dans des conditions strictement encadrées pour des travaux de recherche et d'analyse. Initialement financé par le programme équipements d'excellence, le CASD est, depuis 2018, un Gip <sup>114</sup> fondé par l'Insee <sup>115</sup> , le Genes, le CNRS, l'École polytechnique, HEC et la banque de France. Il fait partie du réseau européen Idan <sup>116</sup> .	Crest (SHS1)
Cimex	Le centre interdisciplinaire de microscopie électronique de l'École polytechnique est une unité propre de service affectée à la caractérisation des matériaux à l'échelle atomique. Cette infrastructure de référence dispose d'un microscope électronique en transmission environnementale acquis grâce à l'équipex Tempos <sup>117</sup> . Cet équipement unique par sa conception permet l'observation in situ et en temps réel de la croissance des nanocristaux. Il améliore la compréhension des mécanismes qui régissent leur croissance. Le Cimex fait partie de l'infrastructure nationale Metsa <sup>118</sup> , un réseau de plateformes spécialisées dans la microscopie électronique avancée.	LSI (ST2), PMC (ST2), LPICM (ST5), Bioc (SVE3)

- L'Institut polytechnique de Paris s'est doté d'un mésocentre, Meso@IP-Paris, qui met à disposition des chercheurs des ressources de calcul haute performance (HPC) et des services de cloud computing pour accompagner leurs projets scientifiques. Il regroupe plusieurs plateformes techniques spécialisées en calcul scientifique et en traitement de données. Parmi celles-ci, l'IDCS<sup>119</sup>, unité propre de service de l'École polytechnique, fournit à la communauté scientifique en mathématiques (Cmap, CMLS, Uma), physique et mécanique du solide (CPHT, LLR, LSI, Luli), des ressources matérielles, logicielles et humaines consacrées à la simulation numérique, à la science des données, à l'intelligence artificielle et à l'apprentissage automatique. De son côté, la plateforme HPC, 3Lab, est spécialisée dans les approches numériques développées en physique des plasmas (LPP) et physique des matériaux (LMS).

<sup>110</sup> Sirta : Site instrumental de recherche par télédétection atmosphérique.

<sup>111</sup> L'Institut Pierre-Simon Laplace fédère les expertises au sujet des sciences du climat de neuf unités de recherche parmi lesquelles figurent le centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique (Cerea, ST3) et le laboratoire de météorologie dynamique (LMD, ST3).

<sup>112</sup> Espri : Ensemble de services pour la recherche à l'Institut Pierre Simon Laplace.

<sup>113</sup> Ces quatre centres sont regroupés au sein de l'infrastructure de données et de services pour l'atmosphère (Aeris).

<sup>114</sup> Gip : Groupement d'intérêt public.

<sup>115</sup> Insee : Institut national de la statistique et des études économiques.

<sup>116</sup> Idan : International data access network.

<sup>117</sup> Tempos : Transmission electron microscopy at Palaiseau-Orsay-Saclay.

<sup>118</sup> Metsa : Microscopie électronique en transmission et sonde atomique.

<sup>119</sup> IDCS : Infrastructure - Données - Calcul scientifique.

## 5. STRUCTURES ET DISPOSITIFS DANS LE SECTEUR DE LA SANTÉ

### Le Paris-Saclay cancer cluster (PSCC)

- Le PSCC a été lauréat en 2023 de l'appel à manifestation d'intérêt biocluster de France 2030. Il a pour ambition d'accélérer le développement d'innovations en oncologie afin d'améliorer le parcours de soins, l'espérance et la qualité de vie des patients atteints de cancer. Il réunit un écosystème collaboratif et interdisciplinaire, intégrant chercheurs, cliniciens, entrepreneurs, industriels et investisseurs, avec pour objectif de transformer les découvertes scientifiques en solutions thérapeutiques concrètes. Fondé par un consortium qui regroupe le centre de lutte contre le cancer Gustave Roussy, Sanofi, l'Inserm, l'université Paris-Saclay et l'Institut polytechnique de Paris, il associe des partenaires tels que Unicancer, l'Institut Curie, l'AP-HP<sup>120</sup> et Medicen.

### Le RHU Reconnaissance rapide des sepsis sensibles ou résistants aux corticostéroïdes (Records)

- Records a pour objectif d'optimiser la prise en charge des patients atteints de sepsis en identifiant rapidement leur sensibilité ou leur résistance aux corticostéroïdes, grâce à l'analyse de biomarqueurs spécifiques et à l'utilisation d'algorithmes d'intelligence artificielle. L'École polytechnique est partenaire de ce projet piloté par l'AP-HP. Le Lob (ST2) est associé aux travaux menés par ce RHU.

### Le RHU Médecine du futur pour les ciliopathies avec atteinte rénale (C'Il-Lico)

- C'Il-Lico fédère un consortium interdisciplinaire réunissant des équipes spécialisées dans les ciliopathies, des experts en science de la donnée et des bio-informaticiens. Son objectif est d'améliorer le diagnostic, la classification et le traitement de ces maladies en s'appuyant sur l'intelligence artificielle pour établir une stratification des ciliopathies, en développant des bio-kits de diagnostic et de pronostic de l'insuffisance rénale, et en concevant des approches thérapeutiques innovantes de type first-in-class. L'École polytechnique est partenaire de ce projet piloté par la fondation Imagine.

## 6. PRINCIPALES STRUCTURES DE VALORISATION PRÉSENTES SUR LE SITE

### a) Les instituts Carnot

#### L'institut Carnot Mines

- Mines vise à développer des solutions technologiques innovantes pour accompagner la transition industrielle et relever les défis des secteurs stratégiques tels que l'énergie, les matériaux, le numérique et les procédés industriels. Il rassemble les forces de recherche de Mines Paris - PSL, de cinq écoles des Mines intégrées à l'IMT, de l'École polytechnique, de l'Ensta et de Clermont Auvergne INP, en favorisant des partenariats étroits entre laboratoires académiques et entreprises. Son ambition est d'accélérer l'innovation et le transfert technologique dans des domaines clés comme l'industrie du futur, la mobilité durable et les systèmes énergétiques intelligents. I3 (SHS1), LMS (ST5) et l'UCP (ST5) participent aux travaux de cet institut.

#### L'institut Carnot Télécom et société numérique

- L'institut Carnot Télécom et société numérique (TSN) regroupe onze établissements répartis sur le territoire national, dont quatre écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris : Télécom Paris, Télécom SudParis, l'École polytechnique et l'Ensta. Son objectif est d'accompagner la transition numérique, en examinant ses implications techniques, économiques et sociétales. Il couvre des thématiques telles que les objets communicants, les réseaux et médias du futur, les nouveaux usages et services numériques, l'autonomie et la santé, l'environnement et la cybersécurité. L'institut s'appuie sur l'expertise de plusieurs unités de recherche, parmi lesquelles figurent I3 (SHS1), le Cmap (ST1), le Lix (ST6), le LTCI (ST6), Samovar (ST6) et l'U2IS (ST6).

### b) Les instituts de recherche technologiques

#### SystemX

- En fédérant les compétences des acteurs industriels et académiques, SystemX propose des solutions innovantes pour répondre aux défis de la transformation numérique des industries. Il mène des projets de

---

<sup>120</sup> AP-HP : Assistance Publique - Hôpitaux de Paris.

recherche appliquée orientés vers des cas d'usage concrets, afin de lever les verrous scientifiques et technologiques liés à la conception, la modélisation, la simulation et la validation de systèmes complexes. Ses travaux couvrent divers secteurs stratégiques tels que la mobilité autonome, l'industrie du futur, la défense et la sécurité, ainsi que l'environnement et le développement durable. L'IRT implique de nombreux partenaires, notamment l'École polytechnique et l'Ensta. L'unité U2IS (ST6) est impliquée dans les travaux de cet institut.

### c) Les instituts pour la transition énergétique

#### L'Institut photovoltaïque d'Île-de-France

- L'Institut photovoltaïque d'Île-de-France (IPVF) a pour objectif de développer des modules photovoltaïques à haut rendement et à faible coût, en mobilisant les expertises complémentaires de ses partenaires industriels et académiques. Il conduit un programme de recherche ambitieux, alliant innovation scientifique et approche industrielle, afin d'accélérer le déploiement des technologies photovoltaïques. L'École polytechnique et le CNRS figurent parmi les partenaires de l'IPVF, aux côtés d'EDF, de TotalEnergies, d'Air Liquide, d'Horiba et de Riber. L'unité de recherche IPVF (ST4) contribue aux travaux de l'ITE en concentrant ses efforts sur le développement des procédés et des dispositifs technologiques, indispensables à l'essor du photovoltaïque.

#### Efficacity

- Efficacity développe des solutions innovantes pour améliorer l'efficacité énergétique des zones urbaines, en s'appuyant sur une collaboration étroite entre acteurs industriels, académiques et collectivités locales. Il a pour objectifs de réduire la consommation d'énergie, d'optimiser les réseaux énergétiques urbains et de promouvoir les pratiques durables, contribuant ainsi à la transition énergétique et écologique des villes. Le consortium qui pilote l'ITE réunit des industriels comme EDF et Véolia ainsi que des établissements d'enseignement supérieur et de recherche dont l'ENPC et l'université Gustave Eiffel. Le LVMT (SHS7) participe aux travaux de l'ITE, en apportant son expertise sur les dynamiques urbaines et les mobilités durables.

### d) Les instituts ou réseaux de recherche et d'innovation

#### L'institut Louis Bachelier

- L'institut Louis Bachelier (ILB)<sup>121</sup> fédère des acteurs académiques et socio-économiques autour de projets en économie et finance et en gestion des risques. Son objectif est de soutenir des recherches de haut niveau à fort impact sociétal, en favorisant l'interdisciplinarité et le transfert de connaissances vers le monde économique et les décideurs publics. L'ILB participe au financement de programmes et de chaires de recherche qui contribuent à éclairer les grands enjeux contemporains, notamment ceux liés aux transitions environnementale, numérique, démographique et financière. Il coordonne le labex Finance et croissance durable (FCD) et l'équipex+ Pladifex<sup>122</sup>. Il a également porté l'équipex Bedofih<sup>123</sup>, achevé en 2021. L'École polytechnique figure parmi les partenaires académiques de cet institut<sup>124</sup>.

#### France quantum communication infrastructure (FranceQCI)

- Lancé en 2023, FranceQCI rassemble des acteurs académiques<sup>125</sup> et industriels<sup>126</sup> pour concevoir, tester et déployer des solutions innovantes garantissant la confidentialité et la résilience des communications à l'ère du quantique. Ce projet s'inscrit dans l'initiative européenne EuroQCI<sup>127</sup> qui a pour objectif de déployer une infrastructure de communication quantique sécurisée couvrant l'ensemble de l'Union européenne. L'ambition de FranceQCI est de renforcer la souveraineté technologique de la France en matière de cryptographie quantique et d'accélérer l'intégration des technologies quantiques dans les réseaux de télécommunications.

121 L'institut Louis Bachelier (ILB) est une association de loi 1901 créée en 2008 sous l'impulsion de la direction générale du trésor et de la Caisse des dépôts et consignations. Il gère deux fondations : l'institut Europlace de finance (IEF) et la fondation du risque (FDR).

122 Pladifex : Plateforme de calcul numérique, intelligence artificielle et base internationale de données environnementales, financières et sociétales à fréquence élevée.

123 Bedofih : Base européenne de données financières à haute fréquence.

124 L'université Paris-Dauphine-PSL, HEC, Genes, Toulouse school of economics, Sorbonne Université.

125 Le CNRS, Sorbonne Université, Télécom Paris, l'université Côte d'Azur.

126 Airbus, Cryptonext Security, Orange, Thales, Thales Alenia Space, Veriqcloud et Weling.

127 L'Infrastructure européenne de communication quantique (EuroQCI) s'inscrit dans le cadre du programme Digital Europe, qui finance le développement d'infrastructures numériques avancées. Ce projet fait partie de la stratégie de l'UE visant à renforcer la souveraineté technologique et la cybersécurité face aux menaces émergentes, notamment celles liées à l'informatique quantique.

## e) La société d'accélération du transfert de technologies

### La Satt Paris-Saclay

• L'Institut polytechnique de Paris est actionnaire de la Satt Paris-Saclay avec le CNRS, l'université Paris-Saclay et BPI France. Créée en 2014, la Satt Paris-Saclay assure le transfert des innovations issues des unités de recherche vers le monde socio-économique. Elle accompagne les chercheurs dans la maturation technologique, la valorisation de la propriété intellectuelle et l'industrialisation des découvertes, favorisant ainsi l'émergence de start-up et la signature de partenariats industriels stratégiques. Elle affiche six domaines d'intervention : la santé, les transports, la chimie et les matériaux, l'agriculture et l'environnement, l'énergie, ainsi que le numérique et l'électronique. Selon les données de l'Institut polytechnique de Paris<sup>128</sup> concernant le périmètre de ses unités de recherche, la Satt Paris-Saclay a accompagné 32 projets d'innovation issus de ses unités de recherche, durant la période 2019-2023. Elle a financé seize projets de maturation pour un investissement total de 2,5 M€ et a contribué à la création de quatre start-up technologiques.

• L'Institut polytechnique de Paris et la Satt Paris Saclay sont partenaires de quatre projets<sup>129</sup>, lauréat de l'appel à projet maturation/prématuration<sup>130</sup> lancé par France 2030.

## f) Les incubateurs

• L'Institut polytechnique de Paris s'appuie, pour dynamiser la création de start-up, sur les trois incubateurs décrits dans le tableau ci-dessous.

Intitulé	Secteur d'accompagnement
Drahi X-Novation Center	Situé sur le campus de l'École polytechnique, le Drahi X-Novation Center est un incubateur et un accélérateur d'innovation, spécialisé dans les technologies de rupture (deeptech). Il propose des programmes d'incubation (X-Up) destinés aux jeunes entreprises, leur offrant un accompagnement adapté pour favoriser leur croissance. Il met à disposition des entrepreneurs des espaces de prototypage et des expertises sectorielles (X-Fab) pour accélérer le développement et l'industrialisation de leurs innovations technologiques.
Incubateur Télécom Paris	L'Incubateur Télécom Paris soutient les start-up qui développent des projets dans le domaine du numérique. Il se focalise sur des technologies comme l'intelligence artificielle, la blockchain, la robotique, l'IoT et la cybersécurité.
IMT Starter	Cet incubateur commun à Télécom SudParis, à l'Institut Mines-Télécom business school et à l'Ensiie <sup>131</sup> mobilise un écosystème riche, réunissant experts, entrepreneurs expérimentés, laboratoires de recherche et investisseurs pour accompagner les start-up dans les secteurs du numérique, des télécommunications et des technologies de l'information.

## g) Le pôle universitaire d'innovation

### Institut Polytechnique de Paris et partenaires (IP<sup>3</sup>)

• L'objectif du pôle universitaire d'innovation IP<sup>3</sup> est de renforcer la valorisation des avancées scientifiques et des inventions issues des unités de recherche de l'Institut polytechnique de Paris, en les transformant en innovations de rupture. Il ambitionne d'accélérer le transfert technologique vers le monde économique et de stimuler la création de start-up exploitant ces découvertes. La force d'IP<sup>3</sup> réside notamment, dans l'excellence

128 Contribution de l'Institut polytechnique de Paris à la description de son environnement de recherche (page 7).

129 Soutenir la recherche et l'innovation sur tous les maillons de la chaîne de valeur des batteries (Batmat) ; Mettre la 5G au service de la compétitivité industrielle française (FramexG) ; Permettre à la France d'entrer dans le premier cercle des pays qui maîtrisent les technologies quantiques (Quantinuum) ; Excellence en recherche et innovation pour les technologies avancées des systèmes énergétiques (Extase).

130 Le programme national de maturation/prématuration vise à renforcer l'accompagnement des projets innovants à fort potentiel et à accélérer leur transfert vers le monde socio-économique, en appui aux priorités nationales.

131 Ensiie : École nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise.



scientifique des recherches menées sur le site. La collaboration étroite entre ses membres fondateurs (Institut polytechnique de Paris, CNRS, Inria, Satt Paris-Saclay), tous fortement engagés dans la chaîne de l'innovation, depuis l'identification des technologies prometteuses jusqu'à la création d'entreprises innovantes, constitue un autre atout majeur. Par ailleurs, IP<sup>3</sup> bénéficie du large réseau de partenaires socio-économiques que le consortium a développé.

## h) Les pôles de compétitivité

- L'Institut polytechnique de Paris est membre de trois pôles de compétitivité qui figurent parmi les cinq partenaires du PUI IP<sup>3</sup>.

### Médecin Paris-Région

- Le pôle de compétitivité santé de la région Île-de-France, Médecin Paris-Région se concentre sur l'innovation biomédicale, les biotechnologies, les dispositifs médicaux et la e-santé. Il associe des start-up et des industriels de la santé, les principaux établissements de recherche et établissements de soins du territoire.

### Systematic Paris-Région

- Systematic Paris-Région est un pôle de compétitivité technologique qui fédère un écosystème d'acteurs industriels, académiques et institutionnels autour de l'innovation numérique et des technologies de rupture. Il favorise la collaboration entre ces acteurs, dans des domaines comme l'intelligence artificielle, la cybersécurité, l'industrie du futur et la mobilité.

### Cap Digital

- Cap Digital est le pôle de compétitivité spécialisé dans la création numérique en Île-de-France. Il rassemble un vaste écosystème d'entreprises, de start-up, de laboratoires de recherche et d'institutions engagés dans l'innovation autour du numérique, de l'intelligence artificielle, des données et des technologies immersives.

## i) Les Fondations

- La Fondation de l'École polytechnique (FX) a élargi son périmètre d'intervention à l'ensemble de l'Institut polytechnique de Paris en 2020. Depuis lors, elle abrite les fondations Ensta et Ensaie-Ensai<sup>132</sup>. Hébergées et administrées au sein de la fondation FX, ces deux entités conservent leurs missions propres consacrées à l'Ensta et à l'Ensaie. Ensemble, ces trois fondations ont vocation à mobiliser les ressources financières en soutien aux projets de formation et de recherche, qu'ils soient spécifiques aux écoles-membres ou communs au niveau de l'Institut. Elles contribuent, notamment, à la création de chaires d'enseignement et de recherche financées par des partenaires ou des mécènes. Entre 2019 et 2023, le bilan affiché dans le rapport d'auto-évaluation de l'Institut polytechnique de Paris<sup>133</sup> dénombre 54 chaires qui représentent un budget total de près de 65,5 M€.

## 7. IMPLICATION DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES

- L'Institut polytechnique de Paris bénéficie des différents dispositifs de soutien à la recherche et à l'innovation proposés par la région Île-de-France, dans le cadre du Sresri<sup>134</sup> et des politiques publiques régionales associées ainsi que des financements du contrat de plan état-région (CPER).
- La région Île-de-France a identifié plusieurs domaines de recherche et d'innovation majeurs (Dim) autour desquels elle concentre son soutien financier. Ces réseaux de recherche labélisés Dim regroupent les équipes de recherche franciliennes autour de thématiques stratégiques. Ils soutiennent des projets, en finançant des contrats doctoraux ou postdoctoraux et des équipements scientifiques, sur la base des programmes scientifiques qu'ils ont définis. Au nombre de treize durant la période 2017-2021<sup>135</sup>, ces Dim ont été réduits à neuf

<sup>132</sup> Ensai : École nationale de la statistique et de l'analyse de l'information.

<sup>133</sup> RAE de l'Institut polytechnique de Paris (page 29).

<sup>134</sup> Sresri : schéma régional enseignement supérieur recherche innovation.

<sup>135</sup> Mathématiques et innovation ; Matériaux anciens et patrimoniaux ; Science et ingénierie en région Île-de-France pour les technologies quantiques ; Islam en Île-de-France ; Astrophysique et conditions d'apparition de la vie ; Ruptures en sciences des solides poreux ; Thérapie génique ; Un monde, une seule santé (One Health) ; Technologies innovantes pour les sciences de la vie ; Sciences du texte et connaissances nouvelles ; Qualité de l'air, impacts sanitaires, innovations technologiques et politiques ; Longévité et vieillissement ; Sciences informatiques.

de 2022 à 2026<sup>136</sup> : les écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris sont partenaires des Dim consacrés à l'intelligence artificielle centrée sur l'humain, aux origines de l'Univers, aux matériaux écoresponsables et aux technologies quantiques.

- Le programme Sésame-équipements et plateformes scientifiques et technologiques cofinance des projets de recherche nécessitant des investissements en équipements. Durant la période, l'Institut polytechnique de Paris a bénéficié de quatre projets financés par ce dispositif<sup>137</sup>, en physique et en chimie. En parallèle, le dispositif Sésame-filières France 2030 soutient la structuration de filières stratégiques franciliennes et le développement de plateformes technologiques accessibles aux PME-ETI<sup>138</sup>. Le projet Cronos<sup>139</sup> a été financé grâce à ce dispositif, en 2023.
- L'Institut polytechnique a également obtenu des financements du CPER pour trois projets d'équipements majeurs, dans les secteurs de l'accélération des particules par laser (Laplace), des lasers de haute puissance (IR\* Apollon) et de la transition énergétique (centre de données pour le centre E4C).

---

<sup>136</sup> Intelligence artificielle centrée sur l'humain en Île-de-France (AI4IDF) ; Bioconvergence pour la santé ; Cognition and brain revolutions artificial intelligence, neurogenomics and society ; One health 2.0 ; Immunothérapies, auto-immunité et cancer ; Matériaux avancés écoresponsables ; Origines ; Patrimoines matériels ; Quantum technologies in Paris region.

<sup>137</sup> Données reportées dans le RAE de l'Institut polytechnique de Paris (page 28).

<sup>138</sup> ETI : Entreprises de taille intermédiaire.

<sup>139</sup> Cronos : Plateforme pour l'étude des matériaux en conditions extrêmes de pression, de température et de vide grâce à des chocs laser.

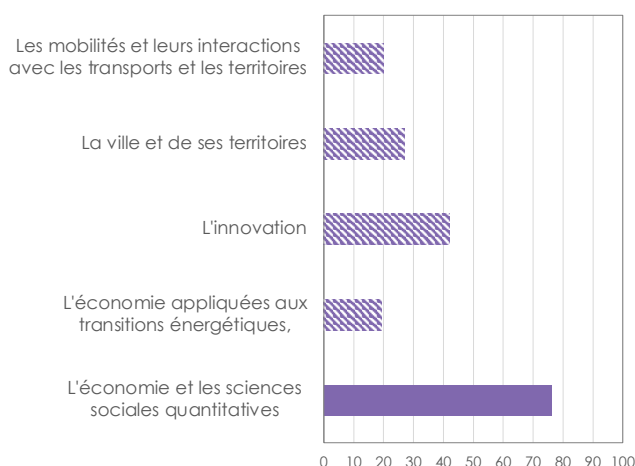
### III. ÉVALUATION DE LA RECHERCHE DE L'INSTITUT POLYTECHNIQUE DE PARIS

#### 1. DOMAINE DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

## FOCUS

#### SITUATION DES ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

- Deux secteurs de recherche se distinguent par leur impact mondial ;
- Quatre secteurs de recherche sont reconnus au niveau international ;
- Deux secteurs de recherche sont bien positionnés à l'échelle nationale.



Contribution de l'Institut polytechnique de Paris aux effectifs des unités qui se distinguent par leur reconnaissance internationale (rectangle hachuré) ou mondiale (rectangle plein), en dehors du PJSE (SHS1), faiblement investi par l'ENPC.

#### Certaines recherches se distinguent au niveau mondial

• Le **Crest** (SHS1) fait partie des meilleures unités de recherche en économie et en sciences sociales quantitatives au plan mondial. Ses travaux se distinguent par leur capacité à aborder des enjeux socio-économiques contemporains, en lien avec des politiques publiques majeures, telles que la fiscalité ou la consommation. Ses contributions majeures en économie, en finance et en statistique, aboutissent à des publications dans les meilleures revues internationales (Econometrica, Rev. Econ.

Stud., J. Polit. Econ.). Ses chercheurs collaborent avec les universités les plus prestigieuses, aux États-Unis comme au Royaume-Uni. La réussite de l'unité aux appels à projets compétitifs européens en matière de modélisation théorique est excellente (e.g. 3 bourses de l'ERC, 14 financements de l'ANR). L'Ensaie - Genes et l'École polytechnique (76 personnels) contribuent à hauteur de 76 % de l'effectif du Crest.

#### Une unité de recherche, faiblement investie par l'ENPC bénéficie d'une reconnaissance mondiale

• Selon l'évaluation de la vague D (2023-2024), les travaux de l'unité Paris Jourdan Sciences Économiques (**PJSE**, SHS1) consacrés à l'étude des phénomènes économiques structurels de long terme sont reconnus comme étant de tout premier plan à l'échelle mondiale, notamment ceux portant sur les inégalités de revenus et de patrimoines. À la date de l'évaluation, l'unité portait deux projets internationaux et douze projets européens, dont cinq bénéficiant d'un soutien de l'ERC. Durant la période évaluée, PJSE a produit, en moyenne, 60 articles par an parus dans les toutes meilleures revues (e.g. Am. Econ. Rev., J. Polit. Econ.) et ses membres ont obtenu 66 prix et distinctions. L'ENPC ne contribue pas à l'effectif de PJSE.

#### Certaines recherches du domaine se distinguent par leur reconnaissance internationale

• Le **Cired** (SHS1) est une unité pionnière dans les recherches en économie appliquées aux transitions énergétiques, à l'échelle internationale. Ses publications paraissent dans les meilleures revues consacrées aux questions d'énergie et d'agriculture (Ecol. Econ., The Energy Journal), et dans des revues généralistes de grande notoriété (Nature, Science, PlosOne). Ses membres participent au Giec et ont obtenu une vingtaine de contrats européens, dont le projet Etranhet<sup>140</sup>, financé par une bourse de l'ERC. L'ENPC (8 personnels) contribue à hauteur de 19 % de l'effectif total du Cired.

<sup>140</sup> Energy transitions in the history of economic thought (19th-20th c., starting grant, Etranhet).

- L'évaluation de l'unité **I3** (SHS1) a été réalisée en vague D (2023-2024). I3 rassemble des chercheurs de différentes disciplines (gestion, économie, sociologie, droit, sciences de l'information, psychologie). Ses recherches, visibles à l'échelle internationale, portent sur l'innovation, notamment dans le domaine SHS. Durant la période évaluée, l'unité a publié trois articles dans les périodiques du groupe Nature (Energy, Medecine, Climate change). Plus de la moitié de ses publications sont parues dans les meilleures revues des disciplines concernées (Am. Econ. Rev., Acad. Manage. Rev., Nature, Organ. Stud., Soc. Stud. Sci.). Télécom Paris (38 personnels) contribue à hauteur de 42 % de l'effectif total d'I3.

- L'unité **Latts** (SHS7) se consacre à l'étude de la ville et de ses territoires, à celle de l'action publique et à celle du travail. Elle s'attache à comprendre la manière dont les infrastructures et les dispositifs techniques sont façonnés par les mondes sociaux et inversement, comment ils contribuent à les transformer. La démarche scientifique de l'unité fait école. Elle consiste à étudier les infrastructures techniques destinées à des usages et à étudier leur couplage à la dimension urbaine. L'abondante production de l'UR (350 ACL, 54 ouvrages) paraît dans des périodiques disciplinaires prestigieux et chez les éditeurs internationaux les plus renommés. 92 % du budget de l'unité provient des ressources propres qu'elle se procure auprès de bailleurs internationaux et nationaux (Coordination d'un projet financé par l'ERC ; coordination d'un projet soutenu par le programme MSCA <sup>141</sup> et participation à un autre ; coordination de 3 projets soutenus par l'ANR et participation à 5 autres). Les projets concernés sont parfois conduits à l'étranger (e.g. Mozambique et Guinée-Bissau). Les membres de l'unité entretiennent des échanges internationaux soutenus (accueil d'étrangers, séjours à l'étranger). Ils organisent des événements scientifiques internationaux marquants. L'ENPC (10 personnels) contribue à hauteur de 27 % de l'effectif total du Latts.

- Les travaux de l'unité **LVMT** (SHS7) analysent la dimension théorique et empirique des mobilités et leurs interactions avec les transports, les territoires urbains et périurbains. La production scientifique de l'unité est abondante et excellente : on compte 476 publications, dont 269 articles dans des revues de renom<sup>142</sup>, 100 chapitres d'ouvrage, 26 ouvrages publiés chez des éditeurs renommés <sup>143</sup>, 479 communications dans des colloques nationaux et internationaux prestigieux. L'UR est lauréate de nombreux prix et distinctions (e.g. meilleur article décerné par le Transportation Research Board, médaille d'or de l'innovation Charles Parey, trois prix de thèse, IUF senior). Elle acquiert des ressources

propres grâce à des réussites à des AAP compétitifs qui font d'elle une unité d'envergure européenne (coordination de 5 projets européens, dont 2 actions MSC). L'ENPC (6 personnels) contribue à hauteur de 20 % de l'effectif total du LMVT.

### Certaines recherches du domaine sont reconnues nationalement

- Le **Linx** (SHS3) couvre un large spectre disciplinaire qui s'étend de la philosophie aux sciences de gestion. L'unité s'est distinguée sur la scène nationale, en initiant la création du Mus'X, le musée de l'École polytechnique, consacré à la valorisation de ses archives et de son patrimoine scientifique. Le Linx présente un bilan scientifique de très bonne qualité, notamment en ce qui concerne certaines recherches individuelles. Sa production scientifique compte 57 articles, dont une partie est publiée dans des revues de premier plan (Esprit, la Revue des deux mondes, Journal of Modern European History). Son activité contractuelle se limite à une participation à deux contrats soutenus par l'ANR. L'École polytechnique (10 personnels) contribue à hauteur de 91 % à l'effectif du Linx.

- Selon l'évaluation de la vague D (2023-2024), les recherches en sciences de l'éducation, en sociologie et en psychologie, appliquées aux dispositifs d'apprentissage (**Foap**, SHS4) sont d'un très bon niveau. Elles sont reconnues au plan national dans le secteur de la formation des adultes et de la formation professionnelle. Les travaux concernent les processus de professionnalisation et les phénomènes d'innovation (tant dans le domaine de la formation des ingénieurs, que dans celui de la pédagogie dans l'enseignement supérieur). Elles ont donné lieu, durant la période évaluée, à une production scientifique volumineuse (54 ouvrages, 152 chapitres d'ouvrage, et 236 articles) et de qualité (un quart des publications paraissent dans des supports internationaux). L'Ensta contribue à hauteur de 26 % de l'effectif total de Foap (10 personnels).

### Points de vigilance

- Le pôle sociologie, du **Crest**, reconnu pour l'excellence de ses travaux en sociologie quantitative, est fragilisé par sa petite taille et un important renouvellement de ses effectifs.

- Le **Linx** ne présente, à ce jour, aucune collaboration européenne ou internationale identifiée. Son activité contractuelle nationale demeure également restreinte, se limitant à la participation de trois de ses membres à deux projets financés par l'ANR.

<sup>141</sup> MSCA : Marie Skłodowska-Curie action.

<sup>142</sup> Transportation, Transportation research (A, D, F), Transport policy, Transport reviews, Journal of transport geography, Urban studies.

<sup>143</sup> Elsevier, Armand Colin, Atlande ou ISTE/Wiley.

- Les ressources humaines de l'unité Foap<sup>144</sup> sont disséminées sur trois sites géographiques. Même à l'ère de la visioconférence et des outils numériques, il s'agit d'un problème structurel qu'il s'agit de maîtriser par la mise en place d'une culture commune forte et d'une identité bien marquée. Le renforcement nécessaire de la cohésion de l'UR pourrait résulter d'une amplification des dynamiques transversales.

- Le maintien du niveau d'excellence du **LVMT** suppose de concilier l'intensité de ses activités scientifiques avec la relative fragilité de ses ressources humaines.

## INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ DANS LE DOMAINE SHS

### Des interactions sociétales riches, marquées par des contributions à la décision publique, à l'innovation sociale et à la médiation des savoirs

- Les huit unités du domaine SHS entretiennent des interactions riches et diversifiées avec leur environnement non académique. Leurs travaux influencent les politiques publiques, accompagnent les enjeux du monde socio-économique et contribuent à la diffusion des savoirs auprès de la société.

- Les liens entre les unités de recherche et les acteurs publics, tant nationaux que territoriaux, sont particulièrement solides. Plusieurs UR mobilisent leurs expertises ainsi que des outils innovants pour accompagner l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques. Le **Crest** (SHS1) collabore avec le conseil des prélèvements obligatoires de la Cour des comptes pour concevoir un baromètre destiné à mesurer l'évolution de la perception de la fiscalité par les contribuables. Les travaux de l'unité **I3** (SHS1) ont directement contribué à la réflexion législative, notamment dans le cadre de la loi Pacte sur les sociétés à mission. Grâce à des recherches articulées aux dynamiques de l'action publique locale, le **Latts** (SHS7) a, pour sa part, développé de nombreux partenariats avec des collectivités (ville de Roubaix) et des institutions publiques (Pôle emploi ou ministère de la Transition écologique), renforçant ainsi l'ancrage territorial de ses travaux.

- Les collaborations avec le monde socio-économique sont particulièrement dynamiques, comme en témoigne le nombre élevé de conventions Cifre<sup>145</sup>, conclues avec une grande diversité de partenaires. Parmi ces acteurs figurent, notamment, le Conseil national de l'ordre des experts-comptables, Île-de-France Mobilités, la SNCF, Orange, EDF, la Fondation Axa et l'institut

Médiamétrie. Toutes les unités, à l'exception du Cired et de Foap, sont également impliquées dans des chaires de recherche (près de 18 au total) qui sont soutenues par des entreprises, et qui abordent des thématiques en lien direct avec les transitions sociétales. Le **Crest** porte, par exemple, la chaire Fairplay financée par Criteo, consacrée au développement d'algorithmes équitables pour le traitement et l'analyse des données. Le Latts est partenaire d'une chaire consacrée à l'aménagement du Grand Paris, aux côtés, notamment, de Sogeprom et Eiffage Aménagement. Le **LVMT** et le **Latts** collaborent avec la RATP au sujet des enjeux de la régulation urbaine. Certaines unités sont également sollicitées pour leur expertise scientifique dans des activités de conseil : le **Crest** accompagne EDF dans l'adaptation de sa stratégie de gestion face au risque climatique.

- Les unités du domaine SHS se distinguent également par un fort engagement dans la diffusion de la culture scientifique. Plusieurs d'entre elles développent des formes de médiation particulièrement originales. Le **Linx** (SHS3) est fortement impliqué dans l'animation de la chaire Arts et Sciences<sup>146</sup> qui associe collaborations artistiques, actions de formation et dispositifs de vulgarisation à destination du grand public. L'unité a notamment conçu des jeux vidéo visant à valoriser la science sous une forme accessible et créative. De son côté, le **Latts** s'est engagé dans des démarches inédites de narration scientifique, en participant à l'écriture d'un roman de recherche et à la création d'un feuilleton théâtral consacré aux enjeux du relogement urbain.

<sup>144</sup> L'unité Foap (SHS4) est implantée sur les sites du Cnam Paris (rue Gay Lussac), de l'Ensta à Brest et d'AgroSup à Dijon.

<sup>145</sup> Au moins 85 conventions Cifre signées d'après le bilan cumulé des huit unités du domaine SHS.

<sup>146</sup> La chaire Arts & sciences était soutenue par l'École polytechnique, l'École des arts décoratifs-PSL et la fondation Daniel et Nina Carasso, (2017-2023).



## SHS1 Marchés et organisations

Tutelles	Unités de recherche	EC	C	PAR
		Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total		
ENPC ; Cirad ; CNRS ; EHESS ; AgroParisTech- Université Paris-Saclay	Cired - Centre international de recherches sur l'environnement et le développement	0 / 4	7 / 29	1 / 13
Ensaie - Genes ; CNRS ; École polytechnique <sup>147</sup>	Crest - Centre de recherche en économie et statistique	69 / 71	0 / 18	7 / 9
Mines Paris- PSL ; CNRS ; Télécom Paris ; École polytechnique	I3 - Institut interdisciplinaire de l'innovation	30 / 63	1 / 29	12/34
Université Paris 1 Panthéon Sorbonne ; EHESS ; ENPC ; Inrae ; CNRS ; ENS-PSL <sup>148</sup>	PJSE - Paris-Jourdan Sciences Économiques	0 / 50	0 / 42	0 / 7
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>99 / 188</b>	<b>8 / 118</b>	<b>20 / 63</b>

● Le **Cired** est spécialisé en économie de l'environnement. Il analyse les interactions entre environnement, ressources naturelles et développement économique. Ses recherches pluridisciplinaires articulent les sciences sociales, les sciences de l'Univers et l'ingénierie, dans le but de modéliser l'évolution des systèmes économiques face aux défis posés par le réchauffement climatique. Le Cired est internationalement reconnu, en particulier, pour son excellence en modélisation prospective. Les outils qu'il a développés (modèles Imacim et Nedum-2D) permettent de simuler des scénarios complexes dans des secteurs variés tels que les politiques climatiques, urbaines et énergétiques. L'unité s'appuie sur des infrastructures technologiques performantes (serveur Inria, intelligence artificielle) pour réaliser ses calculs intensifs. Des membres de l'unité ont été récompensés par des distinctions nationales prestigieuses parmi lesquelles figurent une médaille de bronze du CNRS, un prix Irène Joliot-Curie et un prix de la French association of environmental and resource economists. Fort de son expertise, le Cired est devenu un partenaire de référence pour les grandes institutions internationales. Ses chercheurs, notamment dans le domaine de l'économie de la biodiversité et du bien-être animal ont contribué à deux initiatives marquantes : 1/ trois d'entre eux ont participé au sixième rapport d'évaluation du Giec ; 2/ l'unité a apporté une contribution significative aux travaux de l'IPBES<sup>149</sup>. Le Cired est, de très loin, le laboratoire le plus représenté en France dans les travaux du groupe III du Giec, consacré aux moyens d'atténuer les effets du changement climatique. La reconnaissance internationale de l'unité passe également par son implication dans des réseaux scientifiques d'envergure comme l'Institut convergences sur le changement climatique et usages des terres (Cland) ou l'Integrated assessment modeling consortium (IAMC). Il est par ailleurs correspondant pour le gouvernement français, du Low carbon society – research network (LCS-RNet). Cependant, son attractivité internationale reste perfectible, comme en témoignent le nombre limité d'invitations par des universités étrangères et l'organisation encore modeste de colloques. La production scientifique du Cired est soutenue et de qualité : 331 articles ont été publiés dans des revues spécialisées et généralistes prestigieuses telles que, Ecol. Econ., The energy journal, Nature, Science, et PlosOne. Ce bilan est complété par quatorze ouvrages et 70 contributions à des ouvrages collectifs. La réussite de l'unité aux AAP compétitifs est excellente. Le financement du Cired repose à 90 % sur des ressources propres, issues de contrats européens (18), de projets soutenus par l'ANR (10) et de conventions de recherches (22) signées avec des agences publiques comme l'Ademe ou l'Office français de la biodiversité. Parmi ses projets phares, Etranhet, financé par une bourse starting grant de l'ERC, propose une histoire des transitions énergétiques dans la pensée économique. Le Cired a conclu une trentaine de contrats avec des partenaires socio-économiques, portés en grande partie par l'activité de trois chaires de recherche<sup>150</sup>. Il a signé quatorze conventions Cifre et deux conventions Cofra, avec des institutions comme le Conseil national de l'ordre des experts-comptables, Île-de-France mobilités et l'Ademe, ainsi qu'avec des entreprises majeures comme le Réseau de transport d'électricité français (RTE), EDF et TotalEnergies. L'unité est engagée dans le dialogue avec la société civile. Elle a notamment conçu un simulateur pédagogique au

<sup>147</sup> Inria n'exerce pas de tutelle sur le Crest, mais soutient une équipe-projet en collaboration avec Genes-Ensaie et Critéo : IA coopérative : équité, vie privée, incitations (Fairplay).

<sup>148</sup> Les données concernent les effectifs en poste au 31 décembre 2023.

<sup>149</sup> IPBES : intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services.

<sup>150</sup> Comptabilité écologique ; mobilité territoriale ; modélisation prospective pour le développement durable.

sujet de la fiscalité carbone à destination de la convention citoyenne pour le climat, et a contribué à la tournée du train pour le climat et la biodiversité.

● Le **Crest** est une unité pluridisciplinaire qui regroupe 89 chercheurs et enseignants-chercheurs et 94 doctorants. Il est structuré en quatre pôles de tailles différentes : le pôle économie regroupe la moitié des membres ; l'autre moitié de l'effectif se répartit entre les trois autres pôles : statistiques et machine learning ; finance et science actuarielle ; sociologie. Les recherches, souvent articulées avec les politiques publiques, couvrent un large éventail de thématiques, telles que la finance verte, la gestion des risques, les inégalités, la santé et le climat. L'insertion des chercheurs de l'unité dans l'espace européen et mondial de la recherche est remarquable. Ils occupent des responsabilités éditoriales dans des revues internationales de premier plan<sup>151</sup> et effectuent régulièrement des séjours dans des institutions académiques étrangères prestigieuses<sup>152</sup>. L'unité se distingue également par une attractivité importante : elle a accueilli plus de 100 professeurs invités et treize postdoctorants étrangers, durant la période. Ses membres ont été lauréats de distinctions prestigieuses sur le plan national (deux médailles de bronze du CNRS ; un prix de la meilleure jeune économiste du Cercle des économistes). La production scientifique de l'unité comprend des contributions majeures, parmi lesquelles un article en économétrie publié dans *Am. Econ. Rev.*, figurant parmi les plus cités au monde. Elle inclut également un ouvrage de référence<sup>153</sup>, traitant des modèles Garch en séries temporelles et une étude sociologique<sup>154</sup> sur le renouvellement parlementaire après les élections présidentielles en France de 2017. Outre ces trois publications, l'unité a fait paraître treize ouvrages publiés pour moitié chez des éditeurs renommés au niveau national (Odile Jacob, Presses de sciences po) comme international (Springer, De Boeck) ; elle a publié 490 articles dans des supports internationaux<sup>155</sup>, dont vingt dans les cinq meilleures revues mondiales en économie (*Econometrica*, *Rev. Econ. Stud.*, *J. Polit. Econ.*, *J. Econ. Perspect.*). Grâce à sa réussite aux appels à projets sélectifs, l'unité a bénéficié d'un grand nombre de financements européens et nationaux. Parmi les plus significatifs, on recense trois contrats financés par le programme de l'ERC : P3ople<sup>156</sup> repense les origines des équilibres de population en mobilisant la sociologie, la démographie et la biologie évolutionnaire ; Firmnet<sup>157</sup> se concentre sur la réorganisation des chaînes de valeur mondiales ; Inashi<sup>158</sup> étudie les relations de travail aujourd'hui. Le bilan relève également quatorze projets soutenus par l'ANR, dont neuf portés par l'unité<sup>159</sup>. Le Crest est membre de la fondation mathématique Jean Hadamard<sup>160</sup> qui finance des mobilités sortantes. Il participe également à deux centres interdisciplinaires de l'IPP<sup>161</sup>. Les partenariats entre l'unité et le monde non académique sont nombreux. Le Crest a signé 34 dispositifs Cifre avec la fondation Axa, l'institut Mediametrie et le cabinet Capgemini. L'entreprise Criteo, spécialisée dans la publicité numérique, finance la chaire de recherche Fairplay<sup>162</sup> portée par l'unité : ce projet structurant développe des algorithmes équitables pour le traitement et l'analyse des données. EDF sollicite l'expertise de l'unité pour du conseil, afin d'adapter sa stratégie de gestion en fonction du risque climatique. Le Crest collabore également avec trois grandes institutions nationales : France Travail, autour de projets en intelligence artificielle et en économie comportementale<sup>163</sup> ; l'Insee, qui accueille des chercheurs pour des collaborations en économétrie appliquée et théorique ; le conseil des prélèvements obligatoires de la Cour des comptes, pour l'élaboration du baromètre des prélèvements obligatoires destiné à suivre l'évolution de la perception des impôts par les contribuables français. Pour diffuser ses travaux, le Crest participe à des sessions de formation et à des conférences, dont certaines ont été facilitées par l'entreprise Datastorm<sup>164</sup>, spécialisée dans la science des données pour les entreprises et la société. Le Crest a rédigé environ 25 notes, dont *Le territoire des gilets jaunes*, qui a été largement médiatisée.

151 Rédacteur en chef de la revue *Economic journal* ; rédacteur associé du *Journal of econometrics* ; membre du comité de rédaction du *Journal of the American statistical association*.

152 École polytechnique fédérale de Zurich (Suisse), universités de Harvard, Yale (États-Unis), London school of economics, université d'Oxford (Royaume-Uni).

153 Dans l'ouvrage *Garch models* (Wiley, 2019), l'hétéroscédasticité conditionnelle autorégressive généralisée (Garch) est utilisée pour aider à prédire la volatilité des rendements des actifs financiers.

154 *Les candidats. Novices et professionnels en politique*, Presses universitaires de France, 2021.

155 80 % des supports de publication, sont du premier quartile en termes d'impact scientifique.

156 *Peers and possible partners : exploring the origins of population long-term equilibria* (P3ople, bourse starting grant, 2022-2027).

157 *Firms and their networks* (Firmnet, bourse advanced grant 2017-2024).

158 *Information frictions in hiring decisions* (Inashi, bourse consolidator grant 2023-2028).

159 Doom, Graph4health, MLive, Taxrev, ou Ricode, par exemple, portent sur des sujets tels que les dynamiques d'influence entre agendas législatifs et médiatiques, des études comparées sur les conséquences de la maternité sur le marché du travail en France et en Allemagne, sur l'accès au soin et sur le design des modèles de machine learning sur variables instrumentales.

160 La fondation réunit les laboratoires de mathématiques du site de Saclay, et soutient des mobilités vers l'université de Cambridge (États-Unis).

161 HiParis ! ; Energy for climate.

162 La chaire a été créée en 2022 dans le cadre d'un partenariat de recherche associant Criteo, Inria et l'Ensae.

163 Des prototypes d'intervention prennent en compte les caractéristiques individuelles des demandeurs d'emploi dans les propositions algorithmiques, pour développer des outils interactifs en ligne (sites web et applications mobiles).

164 Filiale du groupe des écoles nationales d'économie statistique (Genes).

### L'institut interdisciplinaire de l'innovation a été évalué lors de la vague D (2023-2024)<sup>165</sup>.

● **I3** est une unité interdisciplinaire qui regroupe des chercheurs en sciences de gestion, en économie, en sociologie, en droit, en sciences de l'information et en psychologie. Elle est née en 2013 du rapprochement de cinq centres de recherche, à forte notoriété, portés par le CNRS, l'École polytechnique, Mines Paris-PSL et Télécom Paris, qui constituent désormais ses quatre tutelles. Son caractère multidisciplinaire et son ancrage dans des écoles d'ingénieurs lui confèrent une capacité et une légitimité à appréhender l'innovation comme un objet de recherche multidimensionnel et complexe. L'unité est structurée en quatre axes thématiques : 1/ transformations de l'entreprise innovante ; 2/ théories et modèles de la conception ; 3/ régulations de l'innovation ; 4/ usages, participation et démocratisation de l'innovation. Lors de son évaluation, I3 est reconnu comme une unité de tout premier plan qui traite de l'innovation dans le champ des SHS et au-delà. Parmi ses réalisations les plus marquantes, figurent ses contributions aux publications de trois articles dans le groupe éditeur Nature (Energy, Medicine et Climate change). Le premier article concerne la dynamique de l'innovation globale bas carbone et ses déterminants ; le deuxième analyse l'impact du monitoring à distance dans un contexte d'individualisation des soins contre le cancer ; le troisième constitue une analyse institutionnelle du Giec. La production scientifique, uniformément répartie entre les chercheurs et entre les axes thématiques, est de haut niveau. Plus de la moitié des publications sont parues dans les meilleures revues de leurs disciplines respectives (e.g. (Am. Econ. Rev., Acad. Manage. Rev., Nature, Organ. Stud., Soc. Stud. Sci.)). L'unité a participé à onze projets européens et à neuf projets financés par l'ANR. L'unité est attractive pour des chercheurs confirmés et pour des doctorants, en France et à l'étranger. À la date de l'évaluation, on dénombrait treize postdoctorants et 99 doctorants. Cette attractivité résulte : 1/ des effets conjugués d'une dynamique contractuelle exceptionnelle dans le champ des SHS (1/3 du budget) ; 2/ d'une implication remarquable dans l'animation de la communauté scientifique (notamment dans les associations savantes, telles qu'Euram<sup>166</sup>) ; 3/ d'activités éditoriales ou d'expertise scientifique au bénéfice de 40 revues nationales et internationales et 4/ de la notoriété de l'unité et des institutions qui la portent. Les chercheurs de l'unité contribuent aux débats sociétaux en mobilisant tous les canaux de médiation scientifique à leur disposition et leurs recherches nourrissent la décision publique. En témoigne l'influence des travaux d'I3 sur la loi Pacte au sujet des sociétés à mission. Les thématiques mobilisées et les méthodologies originales développées par l'unité (e.g. la recherche à double impact) contribuent à tisser des liens étroits avec les institutions publiques (e.g. ville de Paris, CEA), les entreprises (e.g. Orange, Dassault systèmes, Renault, Thales, Airbus) et les structures associatives (APF France handicap). Elles ont conduit également à la création de huit chaires soutenues par des industriels (e.g. Théorie de l'entreprise, Internet physique) et à la signature de 21 conventions Cifre.

### Paris-Jourdan sciences économiques a été évalué lors de la vague D (2023-2024)<sup>167</sup>.

● Par le nombre et la diversité de ses tutelles, l'unité **PJSE** bénéficie d'une assise institutionnelle exceptionnelle. Adossée à la fondation Paris school of economics (PSE), l'unité s'organise autour de huit axes thématiques : 1/ globalisation, économie politique, commerce ; 2/ régulation, environnement et marché ; 3/ travail et économie publique ; 4/ comportements, bien-être et normes ; 5/ développement ; 6/ histoire économique et sociale ; 7/ macroéconomie ; 8/ théorie économique. D'après le comité d'experts qui l'a évaluée, l'unité constitue un centre de référence en Europe et dans le monde pour l'étude des phénomènes économiques structurels de long terme ; les travaux historiques représentent l'un de ses points forts et marquants. Ses activités ont permis de générer de nouvelles bases de données issues d'études de terrain ou de travaux d'archives, en particulier au sujet des inégalités de revenus et de patrimoine à l'échelle mondiale (World inequality lab), à propos d'économie (Institut des politiques publiques) et en matière de politiques des empires coloniaux. Le comité a souligné que les recherches de l'UR ont donné fréquemment lieu à de nouvelles interrogations résultant d'une coopération poussée avec d'autres disciplines des sciences sociales, notamment dans le domaine des théories de la justice, dans celui de la rationalité limitée ou dans celui des inégalités. Ces recherches placent la science économique aux frontières du droit, de la science politique, de la psychologie ou de l'histoire. Durant la période évaluée, la production scientifique de l'unité a été exceptionnelle. Les orientations scientifiques de l'unité ont été influencées par la variété des bailleurs qui l'ont financée (e.g. fondation PSE, équipex-labex Ose<sup>168</sup> et EUR Graduate school of economics), ainsi que par les centres d'intérêt des grands programmes dont elle tire d'abondantes ressources propres. L'UR a bénéficié, en tant que porteuse, de 28 contrats soutenus par l'ANR, portant notamment sur l'optimisation des transferts technologiques universitaires (Utto), le rôle des ONG dans les instruments de gouvernance pour la transition énergétique (Grrengo) ainsi que sur des approches économiques et sociologiques des transferts de propriétés agricoles (Farm value). Elle a coordonné également douze projets européens, dont cinq soutiens de l'ERC<sup>169</sup> et deux projets internationaux hors Europe (e.g.

<sup>165</sup> Les effectifs présentés ont été mis à jour au 31 décembre 2023.

<sup>166</sup> Euram : European academy of management.

<sup>167</sup> Les effectifs présentés ont été mis à jour au 31 décembre 2023.

<sup>168</sup> Ose : Ouvrir la science économique.

<sup>169</sup> LTCSEI : Learning through categories in social and economic interactions (économie théorique, théorie des jeux) 1,37 M€ ; Econ prejudice : economics of ethnic prejudice (économie des sociétés multi-ethniques) 1,58 M€ ; Dina : Towards a system of distributional

Widword : The world wealth and income database, financé par la Alfred P. Sloan Foundation). À la date de l'évaluation, l'unité produit 60 articles par an, en moyenne, publiés dans les revues les plus reconnues de leurs domaines (13 publications dans Am. Econ. Rev., 6 dans le J. Polit. Econ., 5 dans Rev. Econ. Stud., 3 dans le Q. J. Econ., et 1 dans Econometrica). L'attractivité de PJSE est d'échelle internationale et elle se décline du doctorant au détenteur du prix Nobel. L'unité a organisé 60 événements scientifiques et elle tient 300 séminaires par an. Durant la période 2018-2023, ses membres ont bénéficié de plus de 35 invitations dans des laboratoires étrangers et ils ont reçu 66 prix et distinctions (e.g. 2 médailles d'argent du CNRS ; 8 nominations de ses membres à l'IUF). Parmi les 150 doctorants, on remarque le lauréat du prix du meilleur jeune économiste Le monde-Cercle des économistes, celui du prix du meilleur jeune chercheur (Institut Europlace de finance, Banque de France en finance verte), ceux des cinq prix du meilleur article d'un jeune économiste (French association of environmental and resource) et ceux des six prix de thèse (AFSE<sup>170</sup>, PSL, Pôle emploi, Chancellerie). L'unité PJSE, adossée à la fondation PSE, se situe aujourd'hui, avec la London school of economics (LSE) et la Toulouse school of economics (TSE), dans le haut de la hiérarchie des écoles d'économie en matière de notoriété. L'unité diffuse sa recherche scientifique grâce à plusieurs structures d'envergure nationale et internationale. Ainsi, le World inequality lab met à la disposition du grand public ses analyses ainsi que des données historiques concernant les différentes dimensions des inégalités. Ses rapports biannuels sur l'évolution des inégalités mondiales contribuent à éclairer les politiques publiques de nombreux pays. L'Institut des politiques publiques a su s'imposer comme un interlocuteur incontournable des pouvoirs publics en proposant des analyses couvrant un large spectre de sujets sociétaux. L'unité abrite également l'Observatoire européen de la fiscalité reconnu pour ses analyses et son accès gratuit à ses outils de simulation des recettes potentielles des pays européens. Par ailleurs, les chercheurs sont impliqués dans la publication d'ouvrages de vulgarisation auprès d'éditeurs français de renom (Odile Jacob, Seuil, Albin Michel, Presses de Sciences Po) et parfois traduits par de grands éditeurs internationaux (e.g. Harvard UP).

### SHS3 Le monde social et sa diversité

Tutelles	Unité de recherche	EC	C	PAR
		Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total		
École polytechnique	Linx - Laboratoire interdisciplinaire de l'X	9 / 10	0 / 0	1 / 1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>9 / 10</b>	<b>0 / 0</b>	<b>1 / 1</b>

• Les recherches du **Linx** associent un large éventail disciplinaire incluant la philosophie, les langues, la littérature, la science politique et les sciences de gestion. Le Linx s'organise autour de trois axes thématiques : 1/ Sciences et techniques en société ; 2/ Rationalités politiques ; 3/ Données et société. Sa dominante est l'histoire des sciences, avec une inflexion sur l'éthique du développement technologique, notamment autour de l'intelligence artificielle et des War studies. L'unité a, par exemple, organisé des colloques internationaux sur le thème des limites de l'humain, qui ont donné lieu à plusieurs ouvrages. Le Linx a également joué un rôle central dans la création du Mus'x, musée de l'École polytechnique : il a coordonné la constitution d'une collection pour son exposition permanente, en partenariat avec la Bibliothèque centrale de l'X. Il a déjà organisé deux expositions majeures : la première porte sur les mathématiques à l'école, de la Révolution française à la révolution de 1830, en amont d'un colloque international sur l'histoire des mathématiques ; la seconde, consacrée à Henri Poincaré et à l'École polytechnique, retraçait la carrière de cet élève illustre, son œuvre technique, philosophique et publique, ainsi que l'évolution de l'institution militaire en France, vers une reconnaissance accrue du rôle de la science dans la société. Malgré ces réussites, l'unité demeure confrontée à un risque de dispersion lié à la diversité de ses ancrages disciplinaires. Si ses productions scientifiques sont de grande qualité, elles peinent toutefois à s'inscrire dans une dynamique collective clairement identifiable. Le bilan du Linx compte 44 chapitres d'ouvrage et 24 ouvrages ou éditions, parus chez des éditeurs de renom tels que Hermann et Classiques Garnier ; on dénombre également 57 articles, dont une partie est publiée dans des revues nationales de qualité, telles qu'Esprit, la Revue d'études proustiennes, la Revue des deux mondes, et internationales comme Mathematical population studies, Journal of modern European history, et European review of international studies. La réussite aux appels à projets compétitifs reste modeste. Le Linx est associé à deux projets financés par l'ANR : le premier, Datawar, étudie la manière dont les collections et les analyses quantitatives de données sur les conflits ont une influence sur les perceptions de la guerre, par ses acteurs, par

national accounts (mesures des inégalités économiques) 6,05 M€ ; Gendhi : Gender and health inequalities (mesures des inégalités de genre et de santé) 1,93 M€ ; Inforl : Characterizing information integration in reinforcement learning : a neuro-computational investigation, économie neuro-computationnelle, 1,27 M€.  
170 AFSE : Association française de science économique.

les médias ou par les ONG ; le second, Corr Proust 1907-1914, a pour objectif de constituer une archive virtuelle qui relie les lettres de Marcel Proust, les documents de genèse de son œuvre et les informations culturelles et médiatiques de son époque. Toutes ces publications sont le résultat d'initiatives individuelles fortes, favorisées par le contexte prestigieux de l'École polytechnique. Les partenariats avec le secteur non académique se matérialisent par deux chaires partenariales. L'unité anime la chaire Arts et sciences qui propose des collaborations artistiques ainsi que des activités de formation, de médiation et de diffusion à destination du grand public. La chaire, par exemple, a réalisé un Mooc d'accès gratuit. L'unité participe également au pilotage de la chaire Développement durable, financée par EDF. Ses recherches se consacrent à l'intégration du respect de l'environnement dans les processus de décision des entreprises. Par ailleurs, le Linx participe au centre interdisciplinaire Sciences publics, imaginations, recherches, arts, tous Liés ! (Spiral), en produisant, notamment, des jeux vidéo pour valoriser la science auprès du public.

## SHS4 L'esprit humain et sa complexité

Tutelles	Unités de recherche	EC Effectifs de l'institut polytechnique de Paris / Effectif total	C	PAR
Cnam ; Institut Agro Dijon ; Ensta	Foap - Formation et apprentissages professionnels	9 / 28	0 / 0	1 / 10
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>9 / 28</b>	<b>0 / 0</b>	<b>1 / 10</b>

### Formation et apprentissages professionnels a été évalué lors de la vague D (2023-2024)<sup>171</sup>.

● L'unité **Foap** mène des recherches en sciences de l'éducation, en psychologie, en sociologie, en ergonomie, et en didactique des disciplines. Spécialisés dans l'étude des organisations, des dispositifs et des pratiques de la formation professionnelle, les chercheurs abordent des thématiques comme les évolutions du marché du travail et de la formation, l'individualisation des parcours, et la construction des identités professionnelles. Ils explorent de nouveaux objets, comme la place du langage et des outils numériques multimodaux dans la formation professionnelle, ou le rôle des curriculums dans la définition de soi au sein des métiers. Les publications sont nombreuses : le bilan, durant la période évaluée, recense 54 ouvrages, 152 chapitres d'ouvrage, et 236 articles, parus chez des éditeurs reconnus dans le domaine (Routledge, Iste Éditions), et dans les revues du secteur disciplinaire (Éducation-santé-sociétés, Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur, Australian Journal of Applied Linguistics). Un quart des publications sont parues en langue étrangère (en anglais surtout). Les membres de l'unité ont été lauréats de plusieurs prix et distinctions (prix Irena Lepalczyk, de l'université de Lodz ; best paper award de la 24<sup>e</sup> conférence internationale d'Educon ; 3<sup>e</sup> prix de l'Institut des hautes études de défense nationale). L'unité participe au labex Hastec, au projet collaboratif Riime, financé par le programme Hubert Curien France-Maghreb et consacré à la formation à l'innovation des ingénieurs au Maghreb face aux enjeux environnementaux, à un projet financé par l'ANR (innovation des marins et des ingénieurs dans la marine nationale), et à un projet européen financé par le programme A-step 2030, (Attracting diverse talent to the engineering professions of 2030). Elle participe également au programme ldefin Agreencamp (formation numérique innovante en agrobiosciences), à l'appel à manifestation d'intérêt demoes (usage du numérique dans l'enseignement supérieur agricole et vétérinaire) et au programme Silva numerica (programme e-fran, financé par le PIA2) pour la conception d'un dispositif d'apprentissage dans le travail forestier. L'unité communique abondamment dans les colloques (236 communications, dans 29 pays). Elle a elle-même organisé cinq manifestations scientifiques pour le compte de l'Admee<sup>172</sup>. Elle intervient dans les débats de société consacrés à la formation professionnelle. Durant la période évaluée, elle a développé une grande variété de partenariats, avec des entreprises publiques (DGA<sup>173</sup>) et privées (Safran Engineering Maroc, Jumia Panafrica, Eiffage Metal France, NCA Rouiba, Les recycleurs bretons). Elle a également signé cinq conventions Cifre avec Nedis, l'Anact, et l'Agence d'architecture Scau. D'après le comité d'experts qui l'a évaluée, l'unité consacre une part significative de son activité à la recherche-développement (amélioration de l'innovation participative dans les armées, formation aux enjeux environnementaux dans les écoles d'ingénieurs). Elle participe aussi à l'élaboration de matériel pédagogique en contexte scolaire (projet Pâturage'ajust ou projet sur les gestes professionnels en lycée professionnel) ou non scolaire (modélisation du protocole de résilience, clinique de l'hypertrauma, et art-thérapie dans le cadre de la chaire de philosophie à l'hôpital de Panzi en République démocratique du Congo).

<sup>171</sup> Les effectifs présentés ont été mis à jour au 31 décembre 2023.

<sup>172</sup> Admee : Association pour le développement des méthodologies d'évaluation en éducation en Europe.

<sup>173</sup> DGA : Direction générale de l'armement



## SHS7 Espace et relations Hommes-milieux

Tutelles	Unités de recherche	EC	C	PAR
		Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total		
Université Gustave Eiffel ; CNRS ; ENPC	Latts - Laboratoire techniques, territoires et sociétés	0 / 12	7 / 16	3 / 9
Université Gustave Eiffel ; ENPC	LVMT - Laboratoire ville mobilité transport	0 / 11	3 / 14	3 / 5
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>0 / 23</b>	<b>10 / 30</b>	<b>6 / 14</b>

● L'unité **Latts** se consacre à l'étude de la ville et de ses territoires, à celle de l'action publique et à celle du travail. Elle s'attache à comprendre la manière dont les infrastructures et les dispositifs techniques sont façonnés par les mondes sociaux et inversement, comment ils contribuent à les transformer. L'unité est organisée en quatre axes thématiques : 1/ gouverner, organiser, travailler ; 2/ politique, marchés et mondes urbains ; 3/ risques urbains et environnementaux ; 4/ savoirs, cultures techniques, territoires. L'unité, qui aura bientôt 40 ans, entretient historiquement une identité forte fondée sur une approche originale des mondes socio-techniques. Cette approche, dite « lattsienne », porte son attention sur les infrastructures techniques à destination des usages et sur un couplage, unique en Europe, avec la dimension urbaine. L'exercice de ce leadership a permis à l'unité d'être investie dans trois programmes internationaux d'envergure. Le projet Urban-rev-politics - The Urban revolution and the political, coordonné par l'unité et financé par l'ERC, propose une étude ethnographique multi-située de la révolution urbaine, mode de vie reconnu aujourd'hui comme dominant dans le monde. L'unité est partenaire du projet Tod-is-rur, soutenu par le programme MSCA, traitant du développement durable et inclusif en milieu rural et urbain. L'unité est coordonnatrice d'un autre projet MSCA, Icsac-Infrastructural challenges in smaller African cities : digital technologies and water infrastructure for sustainable towns?, qui examine l'adoption croissante des technologies numériques dans les réseaux de distribution d'eau de deux villes africaines, Nampula (Mozambique) et Bissau (Guinea-Bissau). Cette approche socio-technique en contexte urbain n'entame en rien la capacité d'adaptation de l'unité aux nouveaux enjeux scientifiques, notamment en matière de transition énergétique, de développement du numérique, d'ingénierie et d'innovation. La production scientifique de l'unité est nourrie. Elle concerne la recherche théorique comme appliquée. 350 articles ACL paraissent dans des revues disciplinaires prestigieuses (e.g. Urban Geography, Urban Studies, Environment and Planning) et 54 ouvrages ont paru chez des éditeurs de renom (e.g. Routledge, Elsevier, MIT Press, Palgrave MacMillan). Un grand nombre de publications sont en langue anglaise, et même 10 % le sont dans une langue étrangère autre que l'anglais. Quatre articles ont été primés (e.g. Jim Lewis prize, International Geneva Award, prix de l'Aperau<sup>174</sup>) et treize thèses ont été récompensées (e.g. Prix de l'université Paris Est, prix du Grale<sup>175</sup>, prix de thèse sur la ville Puca/Aperau/Institut pour la recherche, Caisse des dépôts). Les ressources propres de l'unité abondent 92 % de son budget. L'unité coordonne trois projets soutenus par l'ANR : 1/ Invest qui analyse la mise en œuvre de l'injonction au développement durable dans l'action publique territoriale en contexte économique contraint ; 2/ Securitized city-building qui analyse cinq centres financiers en émergence (Bogotá, Abidjan, Nairobi, Mumbai, Phnom Penh) ; et 3/ Vite!, qui étudie les effets sociaux et environnementaux des stratégies de transition énergétique en Île-de-France. L'unité participe à cinq autres projets soutenus par l'ANR et elle a coordonné cinq projets soutenus par le PIA (i-site, labex). Les membres de l'unité sont invités par des institutions internationales prestigieuses<sup>176</sup>, et ils ont accueilli treize chercheurs étrangers (Europe, États-Unis, Amérique du Sud, Afrique). Ils ont organisé ou co-organisé des événements internationaux renommés<sup>177</sup>. Les travaux hybrides créés par l'UR avec et à destination du monde culturel et social sont originaux et comptent des expositions (e.g. Les années folles de l'aviation, au Musée de l'air et de l'espace), des créations de spectacles (e.g. Construire, aux ateliers Médicis, à propos de la construction d'un équipement culturel dans un quartier populaire), l'écriture d'un roman de recherche (L'impasse. Scène de l'urbanisme ordinaire) ou encore un feuilleton théâtral sur le relogement joué devant les habitants et les élus

174 Aperau : Association pour la promotion de l'enseignement et de la recherche en aménagement et urbanisme.

175 Gis Grale : Groupement de recherche sur l'administration locale en Europe.

176 Académie Américaine de Rome, Villa Albertine (États-Unis), Université de Harvard, University College London, Université fédérale Fluminense, Institut français de recherche en Afrique.

177 Séminaire du projet Metropal (2019), associant le Hunter College, la Bartlett School, les universités Bocconi à Milan et Sapienza à Rome ; Séminaire du réseau européen Smart Grids, Smart Cities (2019) ; Séminaire The Metropolis inside/out du Tod-is-rur network (2022) ; Séminaire international : Urban agriculture and urban development à Toronto Metropolitan University (2023).



concernés. De nombreux liens tissés avec les mondes non académiques mettent en avant le caractère appliqué des recherches de l'unité. Ces partenariats peuvent concerner des entreprises privées (Orange), des collectivités locales (ville de Roubaix), des associations (Union Sociale pour l'habitat, Fondation maladies rares) et ont été l'occasion de négocier avec le monde socio-économique le nombre remarquable de 24 contrats doctoraux bénéficiant du dispositif Cifre (Orange, EDF). Près de 80 % des thèses de l'unité sont financées. Les membres de l'unité sont régulièrement sollicités par les médias (France Culture, France Inter, RMC), par la télévision (France 2, France 24, Public Sénat) ou dans la presse écrite nationale (L'Express, Le Progrès, Le Monde, Libération) et professionnelle (Courrier des Maires, Gazette des Communes). Souhaitant préserver ses engagements concernant des enjeux de recherche, l'unité est parcimonieuse en matière d'exercice de responsabilités éditoriales ou de conduite d'activités d'expertise et d'appui aux politiques publiques.

● L'unité **LVMT** mobilise l'aménagement, l'urbanisme, la géographie, l'économie, la sociologie, l'anthropologie et les sciences de l'ingénieur. Elle étudie la dimension théorique et empirique des mobilités et leurs interactions avec les transports, les territoires urbains et périurbains. L'approche pluridisciplinaire, qui fait dialoguer SHS et sciences de l'ingénieur, est organisée en trois axes : 1/ pratiques et représentations ; 2/ stratégies d'acteurs et action publique ; 3/ aménagement urbain et territoires ; cette approche implique l'exploration des liens organiques entre mobilités et contextes urbains à travers des thématiques comme la dépendance à la voiture particulière, l'étalement urbain, les conséquences spatiales du télétravail, les relations entre les infrastructures de transport et le développement des territoires, les nouveaux services de mobilité (covoiturage, autopartage), les inégalités socio-spatiales du transport, les modalités de transition sociale et écologique des territoires. Le Dictionnaire pluriel de la marche en ville (L'Œil d'or, 2021) témoigne de la richesse de l'approche et des thématiques de l'unité. La production de l'UR est abondante et d'excellente qualité : on dénombre 476 publications, dont 269 articles dans des revues de renom<sup>178</sup>, 100 chapitres d'ouvrage, 26 ouvrages publiés chez des éditeurs renommés<sup>179</sup>, 479 communications dans des colloques nationaux et internationaux prestigieux<sup>180</sup>. L'excellence des travaux de l'unité est illustrée par des distinctions et des prix reçus : meilleur article décerné par le Transportation Research Board, médaille d'or de l'innovation Charles Parey, trois prix de thèse, nomination d'un membre sénior à l'IUF. L'unité développe une culture des réponses aux AAP avec un taux de réussite de 70 % concernant plus d'une centaine de réponses (plus de 60 projets bénéficient de soutiens issus du PIA dont 70 % sont coordonnés par l'unité)<sup>181</sup>. Elle a un rayonnement international et européen illustré par la participation à une vingtaine de projets internationaux et par la coordination de cinq projets européens (Tod-is-rur (MSC), Sencyclo (MSC), Sloadz, Toubkal, Cities). L'unité a recours à deux plateformes de modélisation, dont une en collaboration avec l'École polytechnique Fédérale de Zurich et la Technische Universität de Berlin. Elle a créé l'Observatoire mondial des plateformes numériques de mobilité partagée (OMPMP). L'unité tisse des liens étroits avec les acteurs institutionnels et les acteurs socio-économiques<sup>182</sup> : elle a construit des collaborations pérennes à travers sept chaires (Sogaris, Geopost, RATP, SNCF) et plus d'une dizaine de conventions financées par le dispositif Cifre avec la RATP, la SNCF et Egis. Les membres de l'unité valorisent les travaux de l'unité dans différents supports médiatiques (BFM TV, France 3, National Geographic, Le Point, CUEJ, Chut Magazine).

178 Transportation, Transportation research (A, D, F), Transport policy, Transport reviews, Journal of transport geography, Urban studies.  
179 Elsevier, Armand Colin, Atlande ou ISTE/Wiley.

180 Rencontres francophones transport mobilité, Association of american geographers, Transportation research board.

181 I-site Urbains, i-site Multifrac, i-site Future, projets soutenus par l'ANR labex Futurs Urbains dont GT Penser Image, GT Ville et numérique, GT Penser Urbain.

182 SGPI, CDG Alliance, Parcs Naturels, Association des acteurs de l'autopartage, Région Normandie, Région Île-de-France, Métropole du Grand Paris, ville de Paris.

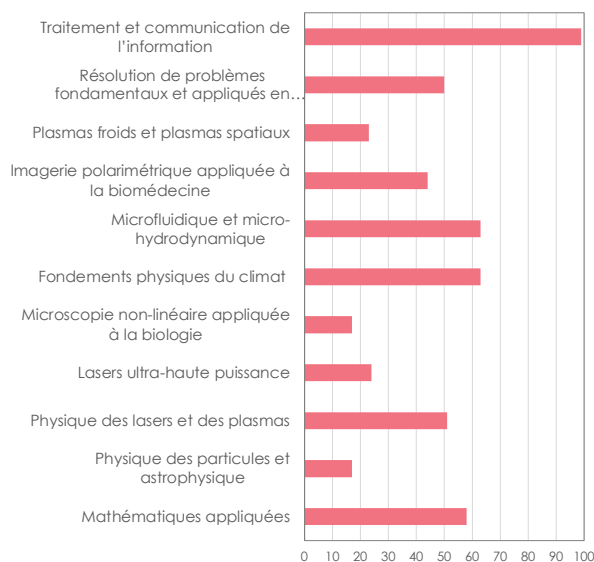
## 2. DOMAINE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

### FOCUS

#### SITUATION DES ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

- Onze secteurs de recherche se distinguent par leur impact mondial ;
- Dix-neuf secteurs de recherche sont reconnus au niveau international ;
- Quatre secteurs de recherche sont bien positionnés à l'échelle nationale.

#### Certaines recherches se distinguent au niveau mondial



Contribution de l'Institut polytechnique de Paris aux effectifs des unités ST dont les recherches se distinguent par leur reconnaissance mondiale.

- Le **Cmap** (ST1) se place parmi les meilleurs centres de mathématiques appliquées au monde. L'unité se distingue notamment par le développement de logiciels open source, devenus des références largement adoptées par les communautés scientifiques mondiales. À titre d'exemple, le logiciel (CMA-ES) d'optimisation pour la biologie, la médecine et l'ingénierie, dépasse les 50 millions de téléchargements. Parmi les résultats phares à mettre au crédit de l'unité figurent les avancées sur les fluctuations dans la dérivation de l'équation de

Boltzmann à partir de modèles de sphères dures. L'unité s'est également illustrée par sa contribution remarquable au dimensionnement des centres d'appels d'urgence (plateforme PFAU 17-18-112) de la préfecture de police de Paris et du Samu de l'AP-HP, grâce à l'utilisation innovante d'outils issus des mathématiques tropicales. La production scientifique du Cmap est remarquable, avec de nombreuses publications dans les revues de premier plan couvrant ses différents secteurs de recherche. L'unité se distingue également par son succès aux appels à projets nationaux et européens (dont 4 bourses de l'ERC, 23 financements de l'ANR). Les prix et les distinctions (Ten-year impact award de l'ACM-Sigevo<sup>183</sup>, IMS<sup>184</sup> Medallion Lecture, prix Inria-Académie des sciences, du jeune chercheur), l'invitation dans des conférences prestigieuses comme ICM 2022, illustrent le rayonnement exceptionnel du Cmap. L'École polytechnique (38 personnels) contribue à hauteur de 58 % de l'effectif total du Cmap.

- Les recherches en physique des particules et en astrophysique, menées au **LLR** (ST2) ont une notoriété mondiale. L'unité s'impose comme un acteur majeur sur ces thématiques, grâce à son expertise dans la conception et le développement de systèmes de détection complexes. L'unité est impliquée dans plusieurs grandes collaborations internationales en physique fondamentale. Elle participe notamment aux expériences menées en physique des particules au large hadron collider (LHC) du Cern<sup>185</sup>, à l'étude du rayonnement gamma à très haute énergie avec Hess<sup>186</sup>, ainsi qu'à des programmes de recherche sur les neutrinos (T2K<sup>187</sup>). Son rôle a été déterminant dans le développement du calorimètre à haute granularité, conçu pour fonctionner à très haute luminosité au LHC. La production scientifique de l'unité donne lieu à des publications dans les journaux de référence de la discipline (Astrophys. J. Lett., Phys. Rev. Lett., Nature Astron.) et dans des revues prestigieuses (Nature, science). Le LLR a également bénéficié de six financements des programmes H2020 ou horizon Europe. L'École polytechnique (11 personnels) contribue à hauteur de 17 % de l'effectif total du LLR.

183 ACM -Sigevo : Association for computing machinery-Special interest group on genetic and evolutionary computation.

184 IMS : Institute of mathematical statistics.

185 Cette infrastructure européenne est décrite au paragraphe II.4.

186 Hess : (High energy stereoscopic system) est un réseau de télescopes Cherenkov situé en Namibie, détectant les rayons gamma entre 100 GeV et plusieurs dizaines de TeV.

187 T2K (Tokai to kamioka) est une expérience de physique des neutrinos située au Japon.

- Le **Loa** (ST2) mène des recherches de portée mondiale dans le domaine de la physique des lasers et des plasmas, en particulier sur les interactions laser-plasma, sur la dynamique ultra-rapide des matériaux ainsi que sur l'électrodynamique quantique en champ fort. Parmi ses contributions majeures figure notamment une avancée dans l'étude des transitions photoinduites et de la dynamique ultrarapide dans les boîtes quantiques à semi-conducteurs et les matériaux incommensurables, ayant conduit à la première démonstration d'une Led<sup>188</sup> infrarouge émettant à deux microns. L'unité dispose d'un ensemble d'équipements laser de très haut niveau. Elle occupe une position centrale dans les grandes infrastructures nationales (Apollon<sup>189</sup>) et européennes (LaserLab Europe) en optique et physique des lasers. Sa production scientifique donne lieu à des publications dans les revues de grande notoriété (Nat. Phys., Nat. Photonics, Nat. Commun.). Le Loa a bénéficié de six subventions européennes, dont une bourse starting grant de l'ERC. Ses chercheurs ont été distingués par des prix internationaux prestigieux parmi lesquels les prix Gordon Bell et le prix Hannes Alfvén. L'École polytechnique (23 personnels) contribue à hauteur de 51 % de l'effectif total du Loa.

- Le **Lob** (ST2) est l'un des leaders mondiaux dans le champ de la microscopie non-linéaire appliquée à la biologie. Grâce aux dispositifs expérimentaux à l'état de l'art de la plateforme morphoscope, l'unité a réalisé des avancées significatives en démontrant le potentiel de l'imagerie multichromatique en microscopie multiphotonique, associée à un vibratome pour l'acquisition séquentielle de volumes biologiques. Appliquée à l'imagerie du cerveau, cette approche permet d'effectuer une reconstruction à résolution micrométrique de grands volumes tissulaires. Dans leur ensemble, les autres thématiques du Lob bénéficient d'une reconnaissance internationale, notamment les études microbiologiques sur la duplication de l'ADN des bactéries et les mécanismes de résistance aux antibiotiques, en particulier les Archées. La production scientifique est très riche (35 articles par an, environ). L'unité publie ses travaux dans les meilleurs journaux spécialisés (Light-Sci. Appl., Nucleic Acids Res.) et dans des revues de grande notoriété (Science, Nat. Commun.). Elle compte dans son effectif un des lauréats d'une bourse synergy de l'ERC et un récipiendaire de la médaille d'argent du CNRS. Durant la période, elle a conclu 24 contrats soutenus par l'ANR. L'École polytechnique (6 personnels) contribue à hauteur de 17 % de l'effectif total du Lob.

- Le **Luli** (ST2) est une référence au niveau mondial pour son expertise technologique dans le domaine des lasers ultra haute puissance. L'unité développe notamment l'infrastructure Apollon qui figure parmi les rares lasers multi-pétawatt actuellement opérationnels dans le monde : une puissance lumineuse de 4 pétawatts a été atteinte en 2023. L'unité joue un rôle de premier plan au sein du réseau européen d'infrastructures consacrées aux lasers de haute puissance (LaserLab-Europe). Par ailleurs, le Luli a contribué à la démonstration de l'allumage de la fusion inertielle au NIF<sup>190</sup> (États-Unis), résultat majeur qui relance la dynamique de recherche internationale autour de la fusion inertielle par laser. Le bilan du Luli dénombre de nombreuses publications dans des revues internationales de premier plan, telles que Nat. Commun., Phys. Rev. Lett. et Sci. Rep-UK. Les membres de l'unité ont été distingués par plusieurs prix prestigieux (prix jeune chercheur du MRE, fellow de l'APS<sup>191</sup>, prix cristal collectif du CNRS). L'École polytechnique (17 personnels) contribue à hauteur de 24 % de l'effectif total du Luli.

- L'évaluation du **LMD** (ST3) a été réalisée en vague D (2023-2024). Elle souligne la reconnaissance de niveau mondial des recherches de l'unité qui concernent les fondements physiques du climat ainsi que l'instrumentation et l'observation à différentes échelles. Ces études traitent de questionnements d'importance majeure. Elles incluent des enjeux de missions spatiales et certains de leurs résultats nourrissent les rapports du Giec. L'unité a développé des technologies de mesure et des méthodes de modélisation ayant révélé la forte croissance des gaz à effet de serre atmosphériques d'origine anthropique et l'augmentation de la température de surface des océans. Des résultats notoires ont été obtenus en matière de simulations numériques du climat extratropical et des processus responsables des phénomènes climatiques extrêmes. L'unité est internationalement reconnue pour ses observations et sa modélisation des processus de la haute troposphère et de la stratosphère. Elle pilote une mise à jour annuelle du bilan carbone mondial (Global carbon budget) et elle contribue à l'estimation de l'évolution du puits de carbone océanique. L'unité est également reconnue pour ses travaux concernant les atmosphères planétaires. À la date de l'évaluation, elle bénéficie de quatre soutiens financiers de l'ERC et 23 projets sont soutenus par d'autres programmes européens (pour 6 de ces projets, le LMD est en situation de coordinateur). Deux médailles d'argent et un cristal du CNRS ont été décernés aux membres de l'unité. Un de ses membres a été élu à l'Académie des sciences.

188 Led : Light emitting diode.

189 Apollon est un laser multi-pétawatt (PW), conçu pour atteindre des puissances parmi les plus élevées au monde, de l'ordre de dix à quinze pétawatts. Il a été financé par l'équipex Cilex décrit en annexe.

190 NIF : National ignition facility.

191 APS : American physical society.

L'École polytechnique (19 personnels) contribue à hauteur de 14 % de l'effectif total du LMD.

- Les recherches du **Ladhyx** (ST5) ont un impact mondial en microfluidique et microhydrodynamique. Les études expérimentales sur les interactions entre cellules T et organoïdes cancéreux, qui ont été récompensées par le prix Jaffé de l'Académie des sciences, figurent au rang des avancées remarquables en microfluidique. Les travaux théoriques et numériques sur l'auto-propulsion des gouttes actives en milieu confiné ont été distingués par le prix François Frenkiel de l'American physical society. Les prix et les distinctions obtenus (dont un membre de l'Académie des sciences, un prix en mécanique des fluides d'Euromech<sup>192</sup> et un prix L'Oréal/Unesco pour les femmes et la science) témoignent de la visibilité et du rayonnement du Ladhyx. L'unité a publié plus de 300 articles, dont une grande partie dans des revues de premier plan (J. Fluid Mech, J. Fluids Struct., Langmuir, Nature Phys.). Elle a bénéficié d'une bourse consolidator de l'ERC et de treize financements de l'ANR. L'école polytechnique (22 personnels) contribue à hauteur de 63 % de l'effectif total du Ladhyx.

- Les travaux du **LPICM** (ST5) concernant l'imagerie polarimétrique appliqués à la biomédecine sont remarquables. Le développement de la polarimétrie de Mueller et son application à la détection de tumeurs du cerveau lors d'interventions neurochirurgicales constituent une avancée significative de portée mondiale. La qualité de ces travaux a été récompensée par des prix prestigieux comme le SPIE<sup>193</sup> G.G. Stokes award ou le prix de la société européenne d'optique. L'unité a, par ailleurs, réalisé une première mondiale en fabriquant des mini-modules solaires à base de cellules à nanofils de silicium. Dans leur ensemble, les autres thématiques de l'unité bénéficient d'une reconnaissance internationale qui résulte d'une production scientifique d'excellence (334 articles), dans des revues de référence (Phys. Rev. B, Nat. Photonics, Phys. Plasmas, Prog. Photovoltaics.). L'unité compte dans son effectif, le lauréat d'une bourse ERC starting grant portant sur la spectroscopie Raman des liquides, exaltée par une pointe. Elle participe au projet Horao<sup>194</sup> soutenu par la Swiss national science foundation et elle a bénéficié de 27 financements de l'ANR. L'École polytechnique (14 personnels) contribue à hauteur de 44 % de l'effectif total du LPICM.

- Les travaux sur les plasmas froids et les plasmas spatiaux fondent la notoriété mondiale du **LPP** (ST5). L'unité a conçu des instruments uniques qui ont été intégrés à des missions spatiales internationales majeures telles que Solar Orbiter<sup>195</sup>, Juice<sup>196</sup> ou Smile<sup>197</sup>. Dans le cadre de la mission Juice, elle a réalisé des mesures tridimensionnelles des fluctuations magnétiques dans la magnétosphère de Jupiter. Les recherches de l'unité sur les plasmas de fusion bénéficient d'une reconnaissance internationale. Certaines contributions scientifiques ont donné lieu à des publications dans des revues de grande notoriété (Phys. Rev. Lett., Space Sci. Rev., Nature). Cette excellence scientifique a été récompensée par l'octroi de prix prestigieux au rang desquels figurent une médaille d'argent du CNRS, un prix Helmholtz et un prix de l'American vacuum society. L'unité coordonne un projet, soutenu par l'action MSCA-ITN<sup>198</sup>, sur la valorisation du dioxyde de carbone par couplage plasma/catalyseur. L'École polytechnique (15 personnels) contribue à hauteur de 23 % de l'effectif total du LPP.

- Le **Lix** (ST6) mène des recherches de renommée mondiale à propos de la résolution de problèmes fondamentaux et appliqués en informatique. Ses travaux couvrent, principalement, l'informatique théorique, les systèmes logiciels, la science des données, l'informatique graphique, l'optimisation, la cryptographie ainsi que les réseaux. Le Lix est à l'origine d'avancées remarquables au sujet du  $\lambda$ -calcul, grâce à des contributions significatives aux problématiques liées aux modèles de cout, en particulier en espace. Il a également obtenu des résultats majeurs sur les propriétés combinatoires de structures fondamentales. L'unité a publié plus de 550 articles, dans des revues de très haut niveau (Ann. Math., IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., IEEE Trans Automat. Contr.) et dans des conférences de renommée internationale (Neurips, CVPR<sup>199</sup>). L'unité se distingue également par son succès aux appels à projets européens : elle a obtenu trois bourses financées par l'ERC et a conclu cinq contrats soutenus par le programme horizon Europe. Les nombreuses distinctions (e.g. une médaille de bronze du CNRS, un grand prix Inria et une élection à l'Académie des sciences) ainsi que les invitations à intervenir dans des conférences prestigieuses (LICS<sup>200</sup>, ICM<sup>201</sup>) illustrent le rayonnement remarquable de l'unité. L'École polytechnique (39 personnels) contribue à hauteur de 50 % de l'effectif total du Lix.

192 Euromech : European mechanics society.

193 SPIE : International society for optics and photonics.

194 Horao (voir ou percevoir, en grec ancien) vise à améliorer la chirurgie des tumeurs cérébrales en développant une méthode non invasive permettant de visualiser en temps réel les fibres neuronales du cerveau.

195 Solar orbiter : Satellite d'observation du soleil.

196 Juice : Jupiter icy moons explorer.

197 Smile : Solar wind magnetosphere ionosphere link explorer.

198 MSCA-ITN : Marie Skłodowska-Curie actions - Innovative training networks.

199 CVPR : Conference on computer vision and pattern recognition.

200 LICS : IEEE symposium on logic in computer science.

201 ICM : International congress of mathematicians.

- Les recherches en traitement et communication de l'information du **LTCI** (ST6) se positionnent au meilleur niveau mondial grâce aux contributions de trois de ses équipes. S2A<sup>202</sup> excelle dans le traitement du signal audio, l'apprentissage statistique et l'informatique sociale. GTO<sup>203</sup> est reconnue pour ses avancées en photonique et techniques quantiques. Comnum<sup>204</sup> se distingue par ses travaux en théorie de l'information, en codages correcteurs d'erreur et en transmission des signaux. Parmi les réalisations scientifiques les plus notables, l'unité a réalisé une première mondiale, en analysant et en démontrant expérimentalement, pour la première fois, l'existence d'un chemin d'attaque critique contre la distribution de clés quantiques à variable continue. Sa production scientifique, particulièrement riche, compte près de 1 000 articles publiés, dont 20 % figurent dans des revues internationales de tout premier plan (IEEE T Audio, Speech, IEEE T Inf. Foren. Sec., IEEE T Inform. Theory). L'unité s'illustre également par son succès dans les appels à projets compétitifs. Elle a obtenu deux bourses de l'ERC<sup>205</sup> et quatre contrats soutenus par le programme MSCA. Par ailleurs, elle a contribué à onze projets financés par les PEPR Cybersécurité, Quantique, Réseaux du futur et Intelligence artificielle. L'excellence des travaux de l'unité a été reconnue par plusieurs distinctions prestigieuses, parmi lesquelles le grand prix IMT, décerné par l'Académie des sciences, et le prix Ampère de la SEE<sup>206</sup>. Télécom Paris (175 personnels) contribue à hauteur de 99 % de l'effectif total du LTCI.

### Certaines recherches ont une reconnaissance internationale

- Le **Cermics** (ST1) se distingue au niveau international pour ses travaux en mathématiques appliquées, orientés vers les domaines de la chimie et de la mécanique. Sa production scientifique compte 400 publications, dont une grande majorité est parue dans des revues de premier plan en mathématiques appliquées (Siam J Math. Anal., Ima J. Appl. Math.) et dans des revues généralistes de mathématiques (JEP<sup>207</sup>, J. Math. Pure Appl.). L'unité a bénéficié de deux bourses de l'ERC durant la période. L'une d'entre elles (programme synergy grant) a permis le développement de méthodes

mathématiques et d'algorithmes de calcul scientifique à l'échelle extrême qui ouvrent de nouvelles perspectives pour la simulation moléculaire et la chimie computationnelle. Le Cermics a été distingué par de nombreuses récompenses (le prix Robert Fort de la Roadef<sup>208</sup> ou le prix Irène Joliot-Curie), qui attestent de l'excellence de ses recherches. L'ENPC est l'unique contributrice à l'effectif du Cermics.

- Le **CMLS** (ST1) mène des recherches compétitives au niveau international en mathématiques fondamentales. Au cours de la période, l'unité s'est distinguée en apportant une réponse négative à une question formulée par Siegel en 1950, concernant la possibilité de représenter les E-fonctions à l'aide de séries hypergéométriques généralisées. Son bilan compte 280 articles, parus dans des revues de premier plan en mathématiques (Ann. Math., J. Eur. Math. Soc., J. Am. Math. Soc.). Certains chercheurs ont été distingués par des prix nationaux (deux médailles de bronze du CNRS, un prix Langevin de l'Académie des sciences). Deux d'entre eux ont été invités à donner une conférence à l'ICM<sup>209</sup> en 2018. Le CMLS a bénéficié de quatorze financements de l'ANR durant la période. L'École polytechnique (16 personnels) contribue à hauteur de 64 % de l'effectif total du CMLS.

- L'**Uma** (ST1) bénéficie d'une visibilité internationale en mathématiques appliquées, portée par la qualité scientifique de ses équipes, toutes reconnues dans leurs secteurs : imagerie et physique (Idefix) ; optimisation et commande (OC) ; propagation des ondes (Poems)<sup>210</sup>. Ses travaux sont publiés dans les meilleures revues et conférences internationales en mathématiques appliquées, calcul scientifique, optimisation ou probabilités. L'unité se distingue notamment par les avancées récentes de l'équipe OC au sujet de l'optimisation binaire et ses applications en calcul quantique, venant enrichir une expertise reconnue en optimisation combinatoire. Cette reconnaissance se reflète également dans les distinctions reçues par ses membres (prix de l'Académie des sciences, Paul R. Halmos-Lester R. Ford awards) et ses doctorants (Springer outstanding PhD thesis award et le prix de thèse Jürgen Ehlers). L'Ensta (11 personnels) contribue à hauteur de 69 % de l'effectif total des équipes OC

202 S2A : Signal, statistique et apprentissage.

203 GTO : Télécommunications optiques.

204 Comnum : Communications numériques.

205 Hybrid and interpretable deep neural audio machines (Hi-Audio, advanced grant); Communication using the nonlinear Fourier transform (ComNFT, starting grant).

206 Institut Mines-Télécom.

207 JEP : journal de l'École polytechnique.

208 Roadef : Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision.

209 L'International congress of mathematicians est la plus grande conférence mondiale sur le thème des mathématiques. Elle a lieu une fois tous les quatre ans.

210 L'unité Poems est intégrée en tant qu'équipe au sein de l'Uma. Elle cumule également les statuts d'unité mixte de recherche sous la tutelle du CNRS et de l'Ensta et d'équipe-projet du centre Inria de Saclay. En raison de cette structuration particulière, elle a fait l'objet d'une évaluation distincte.



et Idefix.

- **Poems** (ST1) se distingue sur le plan international pour ses travaux ayant trait à l'analyse et la simulation de la propagation des ondes linéaires en acoustique et en électromagnétisme. L'unité développe des modèles numériques performants, spécialement adaptés à la simulation de phénomènes ondulatoires dans des domaines de grande taille par rapport aux longueurs d'onde considérées. Elle a organisé la conférence internationale Waves qui est la manifestation scientifique de référence pour cette thématique. La majorité des publications de Poems paraît dans des revues de premier plan en mathématiques appliquées et en analyse numérique (Siam J. Appl. Math., Siam J. Numer. Anal.). L'Ensta (6 personnels) contribue à hauteur de 30 % de l'effectif total de Poems.

- Les recherches en physique théorique du **CPHT** (ST2) se distinguent au niveau international. Durant la période, l'unité s'est illustrée par plusieurs résultats majeurs. Elle a notamment découvert un système magnétique cage-corde, unifiant les mécanismes à l'origine des éruptions solaires. Elle a également développé de nouvelles formulations de la supergravité, fondées sur les symétries exceptionnelles, qui offrent un éclairage potentiel à la physique des singularités cosmologiques dans le cadre de la dualité holographique. Son bilan compte 640 articles publiés durant la période, dont 34 parus dans Phys. Rev. Lett., et une trentaine dans des journaux de grande notoriété comme Science, Nature, Nat. Phys., Nat. Photonics. L'excellence des travaux menés au CPHT a été reconnue par plusieurs distinctions : une médaille d'argent du CNRS, une élection à l'Académie des sciences ainsi que des prix internationaux (prix Aneesur Rahman et Edward Teller). Le CPHT a été lauréat de cinq bourses de l'ERC durant la période. Il a bénéficié d'un fort soutien financier de la fondation Simons<sup>211</sup>, (3 projets) du programme MSCA-IF<sup>212</sup> (4 projets) et de l'ANR (10 projets). L'École polytechnique (11 personnels) contribue à hauteur de 28 % de l'effectif total du CPHT.

- Le **LSI** (ST2) mène des recherches de portée internationale concernant la physique du solide et des matériaux irradiés. Ses travaux s'appuient sur une instrumentation de haute technicité, notamment la plateforme Sirius<sup>213</sup> consacrée à l'irradiation d'électrons de haute énergie. Dans cette infrastructure, l'unité a développé un dispositif original permettant de tester les cellules solaires

dans des conditions reproduisant celles de l'espace. En quelques heures, ce dispositif simule une irradiation équivalente à plusieurs années en orbite, ce qui permet une évaluation réaliste des dommages électroniques subis par ces cellules. La production scientifique compte 300 publications, dont une partie (17 %) est parue dans des revues renommées (Nat. Phys., Nano Opt., Nano Lett.). L'unité a bénéficié de six projets soutenus par les programmes H2020 et Horizon Europe. Elle a également obtenu trois financements des PEPR Spin<sup>214</sup> (2) et Diadem (1). Son bilan dénombre également 628 participations à des conférences, dont un tiers sur invitation. L'École polytechnique (7 personnels) contribue à hauteur de 21 % de l'effectif total du LSI.

- L'unité **PMC** (ST2) se distingue au niveau international pour ses recherches dans le domaine de la physique et de la chimie de la matière condensée. Parmi ses résultats marquants, figurent la détermination de la longueur et du coefficient de diffusion des excitons dans une monocouche de diséleniure de tungstène à température ambiante, et le développement d'une jonction Josephson reposant sur des nanotubes de carbone ultrapurs. Le bilan de sa production scientifique compte des publications parues dans des revues de grande notoriété, comme Adv. Funct. Mater. et Nat. Commun. L'unité a été lauréate de deux bourses de l'ERC. Son bilan dénombre également 68 invitations dans des conférences internationales, confirmant l'excellente qualité de ses recherches. L'École polytechnique (15 personnels) contribue à hauteur de 38 % de l'effectif total du PMC.

- Les travaux relatifs à la modélisation de la pollution atmosphérique et au développement de méthodes mathématiques pour améliorer les modèles météorologiques (**Cerea**, ST3) bénéficient d'une reconnaissance internationale. Grâce au développement du modèle numérique SSH-aérosol et à ses recherches au sujet de l'assimilation des données et de l'apprentissage profond, le Cerea joue un rôle clé dans l'amélioration des outils de prévision météorologique à l'échelle européenne, notamment le modèle opérationnel IFS<sup>215</sup> de l'ECMWF<sup>216</sup>. Parmi les avancées scientifiques notables de l'unité figure la caractérisation de la turbulence atmosphérique et de la dispersion des polluants sur des sites complexes. Le bilan de sa production scientifique dénombre 75 publications dans des revues de renommée internationale, telles que Pnas, Atmos. Environ., et Cryosphere. L'unité est également partenaire de deux projets européens

211 La fondation Simons est une organisation philanthropique américaine qui soutient la recherche scientifique fondamentale, en particulier dans les domaines des mathématiques, de la physique théorique, des sciences de la vie et des neurosciences.

212 MSCA-IF : Marie Skłodowska-Curie actions - Individual fellowships.

213 Sirius : système d'irradiation pour l'innovation et les utilisations scientifiques.

214 Le PEPR Spin qui est piloté par le CEA et le CNRS a pour objectif de soutenir la recherche fondamentale en spintronique, pour développer des dispositifs électroniques plus performants et économes en énergie.

215 IFS : integrated forecasting system.

216 ECMWF : European centre for medium-range weather forecasts.



soutenus par le programme H2020 et bénéficie de huit financements accordés par l'ANR. L'ENPC (10 personnels) contribue à hauteur de 33 % de l'effectif du Cerea.

- **HM&Co** (ST3) mène des recherches de portée internationale à propos des multifractales stochastiques et de leurs applications aux géosciences. Elle a conçu une extension émoissée des cascades multifractales universelles discrètes, permettant de préserver leur structure tout en étalant l'action des multiplicateurs. Cette avancée a permis d'appliquer efficacement ce modèle à la réduction d'échelle. L'unité publie ses travaux dans les meilleures revues de la discipline (Sci. Total Environ., Urban Water J., J. Appl. Meteorol. Clim.). Ses chercheurs ont été distingués par des récompenses prestigieuses comme l'Egu<sup>217</sup> Roland Schlich award. HM&Co a obtenu trois financements de l'ANR durant la période. L'ENPC (4 personnels) est l'unique contributrice à l'effectif total de HM&Co.

- Le **LCM** (ST4) développe une recherche d'excellence en chimie des lanthanides. L'unité s'attache à décrypter les mécanismes réactionnels impliquant des lanthanides de basse valence. Ses travaux ont conduit à des avancées de portée internationale, notamment concernant les propriétés catalytiques de complexes hétérobimétalliques à valence inhabituelle, appliquées à des réactions de couplages croisés. L'unité s'est également illustrée dans sa communauté par ses travaux sur l'activation et la fonctionnalisation de petites molécules, comme le monoxyde et le dioxyde de carbone, en utilisant des complexes de thulium divalent. Le bilan de la production scientifique de l'unité comptabilise 229 articles. Le LCM publie ses résultats dans des revues scientifiques de grande notoriété (Angew. Chem. Int. Edit., J. Am. Chem. Soc., Nature, Nat. Commun.). Il a été lauréat d'une bourse de l'ERC, consacrée à l'étude de la liaison phi dans les composés organométalliques d'éléments f. L'École polytechnique (6 personnels) contribue à hauteur de 32 % de l'effectif du LCM.

- Les recherches sur la synthèse organique (**LSO**, ST4) sont d'excellente qualité. Les travaux sur la synthèse multi-composante, la chimie radicalaire et la synthèse totale distinguent l'unité au niveau international. Le LSO a développé une approche modulaire pour la synthèse d'esters cyclobutylboroniques substitués par l'intermédiaire d'additions radicalaires intermoléculaires successives de xanthates. Ces travaux, qui ont fait l'objet d'une publication sélectionnée comme hot paper dans Angew. Chem. Int. Ed., témoignent de

l'originalité des recherches du LSO. Le bilan de la production scientifique compte 107 articles. Certaines publications sont parues dans des revues de référence en chimie organique (Angew. Chem. Int. Ed., Chemistry-Eur. J., Org. Lett.). L'unité a bénéficié de sept soutiens de l'ANR, en tant que coordinatrice. L'École polytechnique et l'Ensta (3 personnels) contribuent à hauteur de 43 % de l'effectif total du LSO.

- Au moment de son évaluation en vague B (2020-2021), l'**IRDL** (ST5) a été identifié comme l'unité bretonne, la mieux dotée en effectifs du panel sciences pour l'ingénieur. Ses thématiques de recherche telles que le diagnostic et la commande en mode dégradé sur systèmes énergétiques ou la caractérisation rapide des propriétés de fatigue à grand nombre de cycles, bénéficient d'une forte visibilité internationale. La production scientifique très bon niveau compte des publications dans des revues de premier plan (Mech. Mater., Int. J. Solids Struct., Int. J. Fatigue). Durant la période évaluée (2015-2020), l'IRDL l'unité a organisé dix congrès internationaux et ses chercheurs ont été invités à 26 conférences à l'étranger. L'IRDL a, en outre, coordonné un contrat soutenu par le programme Interreg et été partenaire de deux projets financés par le programme H2020. L'Ensta (47 personnels) contribue à hauteur de 28 % de l'effectif total de l'IRDL.

- Le **LHSV** (ST5) conduit des recherches de portée internationale sur la compréhension et la modélisation des dynamiques aquatiques et environnementales, en lien étroit avec les milieux naturels. Bénéficiant d'une instrumentation à l'état de l'art, notamment les canaux hydrauliques de grandes dimensions de la plateforme expérimentale du LNHE<sup>218</sup>, l'unité a réalisé des avancées majeures dans la compréhension des interactions houle/mer du vent. En combinant expérimentations et modélisations numériques à l'aide du code Tomawac intégré à la suite logicielle OpenTelemac<sup>219</sup>, le LHSV a développé des outils de modélisation spectrale des états de mer, largement utilisés par la communauté internationale. Le bilan de la production scientifique de l'unité compte 146 publications, dont la majorité est parue dans des revues de référence (Coast. Eng., Water-Sui et Ocean Eng.). L'unité a bénéficié d'un projet soutenu par H2020 et a obtenu deux financements de l'ANR durant la période. Plusieurs de ses membres ont été distingués par des prix prestigieux décernés par des sociétés savantes (prix Paul Caseau) ou par des récompenses internationales (JF Kennedy best student paper award). L'ENPC (4 personnels) contribue à hauteur de 21 % de l'effectif total du LHSV.

217 Egu : European geosciences union.

218 LNHE : laboratoire national hydraulique et environnement (département EDF R&D).

219 OpenTelemac est une suite logicielle open source consacrée à la modélisation numérique des écoulements hydrauliques et environnementaux. Initialement développée par EDF R&D, elle est désormais maintenue et enrichie par le consortium OpenTelemac, une communauté internationale de chercheurs, ingénieurs, et industriels.

- Les recherches du **LMS** (ST5) relatives à la mécanique des solides et des tissus vivants s'appuient sur le développement d'approches théoriques et expérimentales avancées qui le distinguent sur la scène internationale. L'unité s'est particulièrement illustrée par le développement de matériaux à rhéologie variable magnéto-activée et la mise au point des techniques d'observation in situ innovantes. En particulier, l'intégration d'un laser à un microscope électronique à balayage permet un suivi précis des phases au cours du procédé de fabrication additive. La qualité de la production scientifique est excellente ; les articles sont parus dans les meilleurs journaux du domaine (J. Mech. Phys. Solids, Int. J. Fatigue, Biomech. Model. Mechan.). Durant la période, l'unité a obtenu une bourse de l'ERC qui figure parmi les cinq contrats européens qu'elle a conclus. Le LMS a été récompensé par plusieurs distinctions, notamment deux prix Jean Mandel et un prix Plumey de l'Académie des sciences. L'École polytechnique (20 personnels) contribue à hauteur de 54 % de l'effectif du LMS.

- L'unité **Navier** (ST5) a un positionnement unique au sein du paysage national, voire européen, avec une forte reconnaissance internationale dans un périmètre d'activités couvrant largement le champ du génie civil, de la mécanique et physique des matériaux poreux. Cela se traduit par de nombreux succès aux appels à projets compétitifs, en particulier à l'international (1 projet soutenu par l'ERC et 4 projets européens). Plusieurs membres de l'unité ont été récipiendaires de prix prestigieux tels que le Science achievement award, l'Interpore medal for porous media research, le prix Jean Mandel, l'Euromech young scientist prize ou encore le prix Paul Germain. L'ENPC (38 personnels) contribue à hauteur de 54 % de l'effectif total de Navier.

- **Samovar** (ST6) mène des recherches compétitives au niveau international dans le domaine des sciences et techniques de l'information numérique. Au cours de la période, l'unité s'est particulièrement illustrée par ses travaux sur la mémoire persistante pour le langage Java qui ont abouti à la troisième publication française dans Sosp<sup>220</sup>, depuis la création de cette conférence en 1967. Elle s'est également démarquée au sein de sa communauté grâce à des avancées significatives sur les graphes de propriétés et l'introduction du concept de quantum wireless sensing. Son bilan compte des articles dans des revues de premier plan (IEEE T Mobile Comput., Pattern Recogn., IEEE Internet Things) et des conférences internationales de

grande notoriété (Neurips, VLDB<sup>221</sup>). Certains travaux ont été récompensés par des prix internationaux, notamment le best paper award de Sigmod<sup>222</sup> en 2023. Samovar a bénéficié de financements du programme Horizon Europe (14 pour l'équipe SCN<sup>223</sup>) et de l'ANR (20). Il est impliqué dans des projets soutenus par les PEPR Cybersécurité et Réseaux du futur. Télécom SudParis (106 personnels) contribue à hauteur de 92 % de l'effectif total de Samovar.

- **U2IS** (ST6) mène des recherches de portée internationale au sujet de la conception des systèmes informatiques autonomes. L'unité a à son actif des avancées significatives sur l'explicabilité des systèmes d'intelligence artificielle ou sur l'extension des techniques de type CSP<sup>224</sup> à des systèmes incluant des équations différentielles. La production scientifique liée aux thématiques de l'apprentissage et des communications est excellente. Les travaux ont été publiés dans des revues de référence (IEEE T Wirel. Commun., Inform. Fusion) et ont été présentés dans des conférences majeures du domaine comme Neurips ou Icara<sup>225</sup>. L'unité a reçu le prix Test-of-Time de la conférence HSCC<sup>226</sup>, récompensant des travaux sur les systèmes hybrides. Elle est partenaire de trois contrats européens financés par les programmes H2020 et Horizon Europe. L'Ensta (21 personnels) est l'unique contributrice à l'effectif de U2IS.

220 Sops : Symposium on operating systems principles.

221 VLDB : International conference on very large databases.

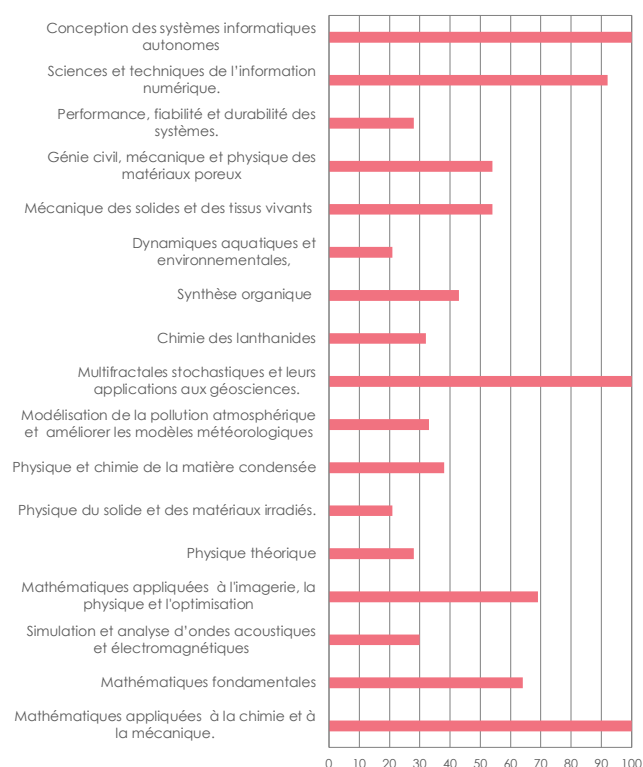
222 Sigmod : International conference on management of data.

223 SCN : Sécurité et confiance numérique.

224 CSP : Constraint satisfaction problem.

225 Icara : International conference on robotics and automation.

226 HSCC : Hybrid systems computation and control.



Contribution de l'Institut polytechnique de Paris aux effectifs des unités ST dont les recherches se distinguent par leur reconnaissance internationale.

## Deux unités de recherche, faiblement investies par les écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris, bénéficient d'une reconnaissance internationale

- Grâce à son expertise dans l'optimisation des performances des cellules solaires, l'**IPVF** (ST4) développe une recherche d'excellence dans le domaine du photovoltaïque. L'unité élabore des matériaux complexes à propriétés contrôlées, contribuant ainsi à des avancées majeures sur la conception de cellules solaires haute performance. Ses travaux sur le développement de cellules à base de pérovskites halogénées ou de porteurs chauds, intégrés dans des structures tandem, ont eu un impact international. Le bilan de la production scientifique de l'unité comptabilise 150 articles. L'IPVF publie ses résultats dans des revues scientifiques de référence de son domaine (Prog. Photovoltaics, Thin Solid Films, IEEE J. Photovol.). Il est impliqué dans sept projets financés par les programmes H2020 et Horizon Europe. Il a bénéficié de sept financements des PEPR Tase<sup>227</sup>. (4), Spleen<sup>228</sup> (2) et Diadem (1). L'un de ses chercheurs a reçu la médaille de bronze du CNRS. L'École polytechnique (1 personnel) contribue à hauteur de 8 % de l'effectif de l'IPVF.

- La visibilité de l'unité **LIGM** (ST6) est de niveau international pour l'ensemble de l'unité et de niveau mondial pour les équipes A3SI, Ada et Baam. L'unité présente des avancées scientifiques au meilleur niveau mondial en imagerie numérique et vision par ordinateur (équipe A3SI), géométrie algorithmique (équipe Ada) et traitement de données de type graphe et sur les langages de requêtes (équipe Baam), et de niveau international concernant les liens entre combinatoire et physique (équipe Combi), les objets connectés et les réseaux (équipe LRT), et la localisation satellitaire et le transport optimal (équipe MMSID). La production scientifique est d'une qualité exceptionnelle pour les équipes A3SI, Ada et Baam et excellente pour les équipes Combi, LRT et MMSID. Le rayonnement international de l'unité est excellent. Le succès aux appels à projets est remarquable (2 projets ERC, 2 projets H2020, portage de 7 ANR sur 22 durant la période) ainsi que les responsabilités éditoriales de nombreuses revues de très haut niveau (Pami, European Journal of Combinatorics, Journal of Multivariate Analysis), l'organisation de congrès de tout premier plan comme CVPR, Neurips, Globecom. Quelques alertes et préoccupations : L'unité souffre d'un manque de locaux. L'accueil de personnes invitées ou en post-doctorat pourrait être freiné. L'ENPC (9 personnels) contribue à hauteur de 10 % de l'effectif total du LIGM.

## Certaines recherches se distinguent au niveau national

- Le **Leesu** (ST3) est une unité de recherche bénéficiant d'un très bon rayonnement national dans ses thématiques scientifiques. Il a su renforcer en particulier autour de modèles résilients de gestion des eaux urbaines, des sources et du devenir des contaminants en milieu urbain, du fonctionnement et de la gestion des milieux récepteurs. La productivité scientifique du Leesu est forte (262 ACL, 41 ouvrages ou chapitres d'ouvrage), notamment grâce à la diversité des supports de publication (e. g., Environ. Sci. Pollut. Res., Sci. Total Environ., Water). Le laboratoire est très bien identifié et impliqué auprès de différents réseaux, observatoires, collectivités territoriales, associations professionnelles : il s'agit clairement d'un atout majeur qu'il convient de consolider. Le développement de systèmes de mesure comme Fluocopée® (pour la quantification de la matière organique dans les eaux usées) illustre la capacité du laboratoire à innover dans les technologies de surveillance environnementale. Les travaux sont financés par des projets nationaux (une vingtaine, soutenus par l'ANR, l'Anses ou l'Ademe<sup>229</sup>), européens (9, dont Horizon Europe P3green<sup>230</sup>, ITN

227 Tase : Systèmes énergétiques et énergies renouvelables.

228 Spleen : Soutenir l'innovation pour développer de nouveaux procédés industriels largement décarbonés.

229 Ademe : Agence de l'environnement et de la transition écologique.

230 P3green : Turning human sanitary waste into fertilizer.

Limnoplast<sup>231</sup>) ou internationaux (p. ex., Wasaf). L'intégration dans des réseaux internationaux de recherche sur les pollutions environnementales (Norman<sup>232</sup>) et sur l'eau (IWA<sup>233</sup>, Megacities Alliance for Water and Climate) contribue à son rayonnement. L'ENPC (12 personnels) contribue à hauteur de 38 % de l'effectif total de du Leesu.

- Les recherches en mécanique des solides, des fluides et des procédés (**Imsia**, ST5) bénéficient d'une visibilité bien établie à l'échelle nationale. L'unité a obtenu des résultats significatifs dans l'estimation des facteurs d'intensité de contrainte pour les fissures courbes en mode III, ainsi que dans le développement d'éléments coques hybrides pour la modélisation de structures minces. Le bilan de sa production scientifique dénombre 264 publications dans des revues internationales de premier plan (J. Mech. Phys. Solids, J. Fluid. Struct., Int. J. Plasticity). L'unité a coordonné un projet européen soutenu par le programme MSCA-ITN-ETN<sup>234</sup>. Elle a signé huit contrats financés par l'ANR. L'un de ses chercheurs a été lauréat du prix Onéra 2023 de l'Académie des sciences pour ses recherches sur la propagation des fissures en mécanique de la rupture fragile. L'Ensta (14 personnels) contribue à hauteur de 45 % de l'effectif de l'Imsia.

- Les travaux concernant la mécanique et ses interfaces (**LMI**, ST5) sont reconnus au plan national. L'unité a réalisé des avancées importantes dans la modélisation des couplages thermomécaniques dans les alliages à mémoire de forme et celle du couplage fluide-structure appliqué au contrôle-commande des dirigeables souples en vol. Elle publie ses recherches dans les journaux de premier plan (J. Mech. Phys. Solids, J. Fluid Mech., J. Sound Vib.). Depuis sa création en 2023, elle a obtenu un projet soutenu par le programme Astrid<sup>235</sup> de l'ANR. L'Ensta (7 personnels) est la seule contributrice à l'effectif du LMI, unité créée en 2023, suite à la restructuration de l'Imsia.

- Les recherches menées par le groupe Génie des procédés (**UCP**<sup>236</sup>, ST5) bénéficient d'une visibilité nationale, en particulier dans les domaines de la thermodynamique, de la combustion ainsi que du stockage et de la séparation de gaz. Le groupe a réalisé des développements méthodologiques pour la prédiction de grandeurs physico-chimiques ou pour la conception d'équations d'états. Il a été signataire de six contrats soutenus par l'ANR. Sa production scientifique, de très bonne qualité,

compte des articles parus dans des revues internationales reconnues (Combust. Flame, Chem. Eng. Sci, J. Phy. Chem. A). L'Ensta (9 personnels) est l'unique contributeur à l'effectif total du groupe GDP de l'UCP.

### Points de vigilance

- Certaines unités font face à des difficultés liées à la gestion de leurs ressources humaines. Le **Cermics** (ST1) est confronté à une menace structurelle liée à la composition de son personnel. Historiquement, les effectifs de l'unité étaient majoritairement composés d'ingénieurs du corps des ponts, des eaux et des forêts. Cependant, ce modèle est aujourd'hui fragilisé. En effet, les évolutions récentes de la politique de ce corps rendent désormais peu propice l'affectation de ces ingénieurs à des unités de recherche. Pour le **LSI** (ST2), les tensions internes se traduisent par un mal-être et une fatigue manifeste du personnel, probablement accentués par plusieurs départs récents. La croissance continue des effectifs du **CPHT** (ST2) soulève des enjeux importants en matière de capacité d'accueil et de disponibilité des locaux. L'implication du **Loa** (ST2) dans de nombreux projets, combinée aux développements ambitieux qu'il a engagés et aux exigences liées à l'entretien des installations existantes, entraîne une charge importante pour l'ensemble de ses personnels. Par ailleurs, la gestion des infrastructures laser, en particulier Apollon, représente une contrainte organisationnelle importante pour les personnels du **Luli** (ST2). Cela contribue à une instabilité chez les personnels d'appui et à une charge administrative élevée, notamment en matière de procédures d'achat. Ce contexte limite également l'attractivité pour les doctorants, en raison des contraintes techniques et des incertitudes sur les délais expérimentaux.

- L'excellence scientifique et la forte attractivité du **Cmap** (ST1) entraînent une sollicitation croissante, qui exerce une pression importante sur ses capacités de gestion. L'organisation administrative apparaît sous-dimensionnée au regard du volume de contractualisation de l'unité.

- Le **Leesu** (ST3) bénéficie d'une forte reconnaissance de la part de différentes institutions, comme les collectivités territoriales et les associations professionnelles. Cet ancrage constitue un atout stratégique, qu'il convient de pérenniser et de renforcer, en développant des outils innovants, tels que Fluocopée®<sup>237</sup> pour

231 Limnoplast : Microplastics In Europe's Freshwater Ecosystems : from sources to solutions.

232 Norman : Network of reference laboratories, research centres and related organisations for monitoring of emerging environmental substances.

233 IWA : International water association.

234 Marie Skłodowska-Curie actions- Innovative training networks- European training network.

235 Accompagnement spécifique des travaux de recherches d'intérêt défense.

236 L'UCP est constituée de deux groupes : génie des procédés (GDP) dont il est question dans ce texte ; Synthèse organique et réactivité (Sor) qui a été évalué par ailleurs, en tant qu'équipe du laboratoire de synthèse organique (LSO).

237 Un système permettant la quantification de la matière organique dans les eaux usées.



répondre aux besoins de ces acteurs de terrain.

- L'**Imsia** (ST5) a traversé des restructurations successives qui ont pesé sur sa stabilité organisationnelle. Elle fait désormais face à un enjeu de renouvellement des compétences, dans un contexte marqué par une pyramide des âges défavorable.

- Le **Ladhyx** (ST5) peine à faire émerger une signature scientifique claire et identifiable, susceptible de s'imposer durablement dans le paysage de la recherche, tant au niveau national qu'international.

- Le sentiment d'appartenance à **Samovar** (ST6) reste limité, en grande partie en raison de l'organisation de Télécom SudParis en départements d'enseignement-recherche, qui tend à diluer la visibilité de l'unité.

## INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ DANS LE DOMAINE ST

### Des interactions dynamiques avec les acteurs socio-économiques mais des créations de start-up qui demeurent limitées

- La grande majorité des unités du domaine ST (90 %) est engagée dans la valorisation de ses recherches auprès du secteur socio-économique. Trois unités industrielles, le **Cerea** (ST3), le **LHSV** (ST5) et l'**Imsia** (ST5) bénéficient du soutien institutionnel d'EDF (tutelle de ces 3 unités). Seize unités ont structuré des collaborations à long terme avec leurs partenaires, par l'intermédiaire de chaires (51) ou de laboratoires communs (13). Cet engagement se traduit également par une activité contractuelle soutenue, incluant plusieurs centaines de dispositifs Cifre<sup>238</sup>. La capacité d'innovation des unités est attestée par un nombre significatif de brevets déposés<sup>239</sup> et par l'implication dans près de 33 projets de pré-maturation et de maturation soutenus par l'Institut polytechnique de Paris et la Satt Paris-Saclay. Ces initiatives reflètent une forte dynamique de transfert vers l'écosystème socio-économique. Toutefois, malgré le dynamisme observé et la richesse des partenariats, seules seize start-up ont été créées, un résultat en deçà du potentiel d'innovation des unités.

- Plusieurs unités se distinguent par leur dynamisme en matière de partenariat et de valorisation. Le **Cmap** (ST1) développe de nombreuses collaborations structurantes avec les acteurs socio-économiques, (13 chaires, 1 laboratoire commun) dans les trois secteurs : science des données et intelligence artificielle, finance, ingénierie et

sciences du vivant. Il est également à l'origine de la création de plusieurs start-up. Par ailleurs, quelques unités des panels ST5 (**LMS**, **Navier**) et ST6 (**LTCI**, **Samovar**) se distinguent par des activités de valorisation et de transfert technologique remarquables, totalisant à elles quatre 62 % des dispositifs Cifre et 71 % des dépôts de brevets.

- La majorité des actions de valorisation et de transfert se concentre sur six secteurs d'activité clés, caractérisés par des partenariats industriels dynamiques et un fort impact en matière de transfert technologique : intelligence artificielle et science de données, transition énergétique et protection de l'environnement, transport et mobilité, santé et biotechnologie, défense, matériaux.

- Plusieurs unités jouent un rôle moteur dans le développement et le déploiement de **technologies basées sur l'intelligence artificielle et la science des données**, en lien étroit avec des partenaires industriels. Le **LTCI** (ST6) collabore avec Airbus, Engie, Safran et Valeo, dans le cadre de la chaire Dsaiidis consacrée au développement d'outils d'intelligence artificielle et de science des données adaptés aux contextes industriels. Le **Lix** (ST6) pilote une chaire soutenue par le Crédit agricole sur l'intelligence artificielle responsable. Il a également conçu le logiciel de détection de la propagande et la désinformation (StatCheck) en partenariat avec Le Monde et Radio France. De son côté, Samovar participe à trois laboratoires communs<sup>240</sup> consacrés aux applications de l'intelligence artificielle, dont IATV en collaboration avec France-Télévision sur l'analyse des contenus télévisuels. Le Cermics (ST1) a appliqué l'intelligence artificielle à l'optimisation logistique, dans le cadre d'une chaire avec Air France. Par ailleurs, quelques start-up ont été créées : UGetwin, spécialisée dans le contrôle de foule en temps réel (**LIGM**, ST6), ModelsPlus, consacrée à la construction automatique de systèmes d'applications IA (**Samovar**), et Amphitrite, qui exploite le traitement des données satellitaires pour l'analyse des surfaces océaniques (**LMD**, ST3).

- Certaines unités jouent un rôle clé dans le développement de **solutions innovantes pour la transition énergétique et la protection de l'environnement**. Leur engagement se traduit par des collaborations étroites avec des acteurs industriels tels qu'EDF, autour de défis majeurs (gestion durable de l'eau et production d'énergies marines renouvelables : **LHSV**, ST5). Le **Cerea** (ST3) se consacre à l'évaluation et la gestion des risques industriels pour l'environnement, tandis que **Navier** (ST5) travaille sur la durabilité des matériaux et des

238 Près de 540 signatures de conventions Cifre d'après l'analyse des synopsis des unités du domaine.

239 Près de 250 dépôts de brevets d'après l'analyse des synopsis des unités du domaine.

240 Intelligence dans les réseaux (Airbus) ; l'intelligence artificielle appliquée aux contenus télévisuels-IATV (France Télévisions) ; intelligence artificielle et modélisation dynamique pour des réseaux futurs plus flexibles -Aidy-F2N (Davidson).

structures pour le secteur de l'énergie<sup>241</sup>. Le Leesu (ST3) a déposé un brevet sur la phyto-épuration des eaux grises. Le **LMD** est impliqué dans la chaire industrielle Trace, consacrée au suivi des émissions de gaz à effet de serre, en partenariat avec Thales, Alenia Space, TotalEnergies et Suez. De son côté, l'IPVF (ST4) développe des modules photovoltaïques ultralégers adaptés aux secteurs du bâtiment et de l'aéronautique (IPVF-ITE, TotalEnergies, EDF). L'unité participe à la structuration d'une filière française spécialisée dans le photovoltaïque flexible, à haut rendement, destinée à l'intégration urbaine<sup>242</sup>.

- Plusieurs travaux de recherche apportent des contributions significatives aux enjeux **des transports et de la mobilité**. **U2IS** (ST5) mène des travaux en partenariat avec Renault qui portent sur le contrôle des véhicules autonomes et a déposé deux brevets liés à la téléassistance des véhicules. L'intérêt des industriels pour ces thématiques se matérialise par la création de chaires de recherche, témoignant de leur engagement : le **LMS** et le **LPICM** (ST5) collaborent avec Stellantis dans le cadre de la chaire André Citroën, consacrée à la modélisation mécanique et multiphysique. Le laboratoire Navier s'est associé à Getlink afin de conduire des recherches en sciences du transport ferroviaire.

- Les unités engagées dans le **domaine de la santé et des biotechnologies** se distinguent par le développement de technologies de diagnostic avancées et de solutions innovantes pour la médecine personnalisée. Issue des recherches menées au **Cmap** (ST1), la start-up Sonio <sup>243</sup> développe des solutions d'aide au diagnostic fondées sur l'analyse d'examens échographiques. Le laboratoire commun Heracles (**Loa** et **Luli**, ST2) développe, en collaboration avec Thales, des technologies laser de pointe à visée médicale. Le **Lob** (ST2) a déposé quatre brevets protégeant des technologies portables à excitation UV conçues pour la détection rapide ex vivo de biomarqueurs. Ces progrès ouvrent de nouvelles perspectives concernant le diagnostic précoce des maladies infectieuses. Le **LPICM** collabore avec la start-up Omini fondée par l'une de ses doctorantes, afin de développer des capteurs sanguins qui détectent les marqueurs du cancer. Il valorise également ses travaux sur la polarimétrie de Mueller, en collaborant avec l'hôpital du Kremlin-Bicêtre ; l'objectif est d'améliorer la détection des naissances prématurées. Avec le soutien de la Satt Paris-Saclay, le **LMI** (ST5) a conduit un projet de

maturation sur un distracteur à activation magnétique. Le **LPP** (ST5) a créé la start-up Plasana Medical, spécialisée dans le développement de dispositifs à base de plasma froid, pour le traitement de plaies chroniques. La start-up Okomera issue du **Ladhyx** (ST5) développe des protocoles d'immunothérapie adaptés aux profils spécifiques des patients.

- Des collaborations stratégiques avec la DGA et de grands groupes comme Thales, Safran, Dassault Aviation et Naval Group soutiennent le développement de systèmes autonomes et de technologies de surveillance qui constituent des axes prioritaires pour la recherche sur la **défense**. Le **Lix** et **Samovar** coordonnent la chaire ACS <sup>244</sup>, consacrée à la robustesse et à la sécurité des systèmes, financée par Dassault, Naval Group, KNDS-France et AID. Le **Lix** mène des travaux soutenus par la DGA, sur les fondations algorithmiques des essaims de robots. Le LPP développe des instruments destinés aux missions spatiales en collaboration avec Thales et Safran avec lequel il a co-fondé un laboratoire commun spécialisé dans la propulsion spatiale (Comhet). Le laboratoire commun LC2IA <sup>245</sup> concrétise le partenariat de **l'U2IS** avec Naval Group autour de l'ingénierie système et de l'intelligence artificielle appliquées à la construction navale du futur.

- L'innovation en sciences des **matériaux** se traduit par des avancées en synthèse et en élaboration de matériaux à propriétés spécifiques. Le **LMS** (ST5) et le **Cmap** (ST1) collaborent avec Arkema, dans le cadre d'une chaire consacrée au développement de nouveaux matériaux (polymères et composites) <sup>246</sup>. Le GDP (ST5) développe, avec Geolith, des nanomatériaux pour la captation du lithium. Le **LPICM** (ST5) pilote la chaire industrielle Pistol<sup>247</sup>, co-financée par Total Energies et l'ANR, et consacrée aux procédés plasma à bas cout pour les semi-conducteurs.

### Une implication de quelques unités dans l'appui aux politiques publiques

- Plusieurs unités jouent un rôle clé dans l'élaboration de normes et de réglementations, affirmant leurs expertises au service des politiques publiques. Le **LMD** (ST3) est fortement impliqué dans les travaux du Giec et a contribué la rédaction du dictionnaire juridique du changement climatique. Grâce à son expertise sur le photovoltaïque, le

241 Ces travaux sont réalisés au sein d'une chaire d'enseignement et de recherche de l'ENPC, co-financée par EDF.

242 Photovoltaïque à haut rendement industriel à Cuivre-Indium-Sélénium et pérovskite (Principe) soutenu par le programme sur le développement de briques technologiques et démonstrateurs pré-industriels pour les systèmes énergétiques (Demo-Tase) de l'Ademe, lancé dans le cadre du plan d'investissement France 2030.

243 D'après un communiqué de CNRS Innovation en date du 25 avril 2025, la start-up Sonio a été rachetée par Samsung. Samsung Medison, une filiale spécialisée dans l'imagerie médicale.

244 ACS : Architecture of complex systems.

245 LC2IA : Laboratoire commun sur l'ingénierie système et l'intelligence artificielle.

246 Chaire Design and modeling of innovative materials.

247 Pistol : Procédés plasma à bas cout pour l'industrie semi-conducteur.



**LPICM** (ST5) représente la France dans des instances européennes comme le Set Plan<sup>248</sup>. Le **Leesu** (ST3) valorise son savoir-faire en gestion des eaux urbaines : il a contribué à l'amélioration de la qualité de l'eau de la Seine en prévision des Jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024. Le **Cerea** (ST3) intervient dans la définition des politiques de qualité de l'air, en collaboration avec des acteurs tels que la ville de Paris ou Airparif. Les chercheurs de l'unité **Navier** participent à l'élaboration de normes techniques, dans des domaines tels que les ouvrages souterrains ou la réparation des ouvrages en maçonnerie. Plusieurs membres du **Cmap** (ST1) ont contribué à des enquêtes parlementaires sur l'intelligence artificielle et ses implications en matière de sécurité.

### Un engagement affirmé dans le dialogue entre la science et la société, porté par des actions de médiation scientifique originales

- Les unités du domaine se distinguent par la richesse et l'originalité de leurs actions en matière de diffusion de la culture scientifique. Ces initiatives traduisent un engagement soutenu dans le dialogue entre la science et la société : le **Ladhyx** (ST5) place le triptyque arts, sciences et citoyens parmi les neuf domaines qui structurent ses activités de recherche. Les actions menées s'adressent à des publics variés (grand public, lycéens, enseignants) et mobilisent une grande diversité de formats : médias traditionnels, jeux vidéo, Mooc<sup>249</sup>, expositions, conférences, podcasts, formes d'expression artistique. Cette pluralité reflète une volonté affirmée de rendre la science accessible pour mieux appréhender les enjeux contemporains.

- Plusieurs actions ont recours à des supports créatifs et innovants : le **Lob** (ST2) produit des podcasts originaux, comme Voyage au centre de la thèse, qui valorise le parcours recherche des doctorants. Le **Ladhyx** développe, dans le cadre de son programme Arts, sciences et citoyens, des formats hybrides, mêlant performances artistiques et ateliers participatifs à l'image de l'initiative En vert et contre tout. Il a coordonné la chaire Arts et sciences achevée en 2023, qui a contribué à structurer le dialogue entre disciplines scientifiques et pratiques artistiques. Le **LSI** (ST2) a pris part à plusieurs actions de médiation interdisciplinaire, menées dans le cadre de cette chaire. De son côté, le **LLR** (ST2), en partenariat avec Ubisoft, coordonne la chaire Science & jeux vidéo qui explore le potentiel des jeux vidéo comme vecteurs de la culture scientifique. Cette initiative a permis de créer le jeu Exographer, développé par la start-up Scifungame. Un chercheur du **Cmap** (ST1) a développé le jeu vidéo OTGame (Android), conçu

pour sensibiliser le grand public aux principes du transport optimal, un domaine clé des mathématiques appliquées. Le **Leesu** (ST3) multiplie les formes d'interaction, en s'appuyant sur des formats originaux comme le théâtre ou les conférences gesticulées. D'autres unités, comme **Samovar** (ST6), croisent recherche et création artistique. En collaboration avec l'opéra de Marseille et le théâtre du Châtelet, l'unité a contribué à l'analyse des mouvements de danse à l'aide des technologies de captation avancées.

- L'engagement en faveur de la jeunesse et de l'enseignement constitue une orientation, partagée par des unités de mathématiques, de physique, et de chimie. Le **CMLS** (ST1) sensibilise les jeunes aux mathématiques, notamment à travers son implication dans l'organisation du tournoi français des jeunes mathématiciennes et mathématiciens. L'unité a également lancé les journées X-UPS, une formation nationale de deux jours, pour les enseignants de classes préparatoires scientifiques, afin de renforcer les liens entre enseignement secondaire et recherche. L'**Uma** (ST1) s'investit dans des initiatives en direction des jeunes publics, en particulier par l'intermédiaire de sa participation au programme Femmes & mathématiques. Plusieurs unités de physique (ST2) proposent aux lycéens une immersion directe dans le monde de la recherche. Le **CPHT** dispense un cours sur l'intrication quantique dans le programme d'enrichissement scientifique Henri Poincaré, tandis que le **LLR** organise des Masterclasses de physique des particules. Le **Loa** et **LSI** partagent leurs expertises par l'intermédiaire de Mooc à large audience sur la théorie de la DFT<sup>250</sup> (14 000 apprenants) ou la physique quantique (100 000 apprenants). En chimie, l'**IPVF** (ST4) participe à la diffusion des savoirs sur la transition énergétique, en publiant des ressources pédagogiques comme le guide Solaire PV destiné aux lycéens.

- Un grand nombre d'unités contribue au débat public, en apportant leur expertise dans les médias. Régulièrement sollicité par Le Monde ou L'Équipe, un membre du **Cermics** est devenu une référence sur les tirages au sort sportifs. Le **Lix** (ST6) jouit d'une forte visibilité médiatique, en France comme à l'international, notamment grâce à ses avancées en informatique fondamentale. Sa découverte sur la multiplication rapide de grands nombres, relayée par la BBC, en est une illustration marquante. Le **LCTI** (ST6) éclaire les enjeux numériques contemporains, comme l'impact environnemental de la 5G, à travers des contributions dans Le Monde diplomatique, Télérama ou France Inter. Le **LSO** (ST4) a apporté son expertise au documentaire intitulé Sa majesté des mousses, diffusé sur Arte.

248 Set-Plan (Strategic energy technology plan) est une initiative de l'Union européenne lancée en 2007 dans le cadre de la politique énergétique et climatique de l'UE. Son objectif est de coordonner les efforts de recherche et d'innovation en matière d'énergie pour accélérer le développement et le déploiement de technologies à faible émission de carbone.

249 Mooc : Massive open online course.

250 DFT : Density functional theory.

**HM&Co** (ST3) vulgarise ses travaux à travers la presse, la télévision et les réseaux sociaux, sur des thèmes clés comme la résilience urbaine, l'avenir des mobilités ou la décarbonation.

#### Points de vigilance

- En cohérence avec son positionnement centré sur les mathématiques fondamentales, le **CMLS** (ST1) a peu d'interactions avec le monde socio-économique. Toutefois, d'autres unités ou équipes, engagées dans des thématiques similaires à l'échelle nationale, ont su établir des collaborations fructueuses avec des acteurs socio-économiques.

- Le **CPHT** (ST2) ne tire pas encore pleinement parti de l'intérêt que ses thématiques de recherche suscitent auprès du grand public. Ce potentiel reste à exploiter afin de renforcer sa visibilité et développer des actions de médiation scientifique à la hauteur de l'attrait de ses sujets de recherche.

## ST1 Mathématiques

Tutelles	Unités de recherche	EC	C	PAR
		Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total		
ENPC	Cermics - Centre d'enseignement et de recherche en mathématiques et calcul scientifique	0 / 0	1 / 1	2 / 2
École polytechnique ; CNRS	Cmap - Centre de mathématiques appliquées	25 / 25	0 / 23	13 / 17
École polytechnique ; CNRS	CMLS - Centre de mathématiques Laurent Schwartz de l'école Polytechnique	13 / 13	0 / 8	3 / 4
Ensta ; CNRS ; Inria	Poems - Propagation des ondes : étude mathématique et simulation	5 / 5	0 / 11	1 / 4
Ensta <sup>251</sup>	Uma - Unité de mathématiques appliquées	7 / 7	0 / 5	4 / 4
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>50 / 50</b>	<b>1 / 48</b>	<b>23/31</b>

• Le **Cermics** se distingue par une identité scientifique forte, résolument centrée sur les mathématiques appliquées et orientée vers la résolution de problématiques issues d'applications concrètes. L'unité est structurée en trois équipes : 1/ Probabilités appliquées (PA) ; 2/ Modélisation, analyse et simulation (Mas) ; 3/ Optimisation (Opt). Chacune d'elles développe des méthodes théoriques originales adaptées à des problèmes concrets issus de divers domaines scientifiques, notamment la chimie et la mécanique. Ces approches trouvent également des applications dans certains secteurs socio-économiques, comme la finance et la logistique. L'unité compte une trentaine de membres permanents, composés quasiment exclusivement d'ingénieurs du corps des ponts, des eaux et des forêts<sup>252</sup>. L'unité bénéficie d'une visibilité internationale. Sa production scientifique, qui totalise plus de 400 publications, est d'excellente qualité. La majorité des articles est parue dans les meilleures revues spécialisées en mathématiques appliquées (Siam J Math. Anal., Siam J Numer. Anal., Ima J. Appl. Math.). Le bilan inclut également des publications dans d'excellentes revues généralistes, comme JEP et J. Math. Pure Appl. La collaboration pluridisciplinaire constitue un marqueur fort de l'unité, comme en témoigne la publication d'environ 90 articles dans des revues appartenant à d'autres disciplines que les mathématiques (J. Comput. Chem., Comput. Method Appl. M.). La qualité et la diversité des travaux menés autour de la simulation par l'équipe Mas ont conduit à l'obtention d'une bourse synergy de l'ERC. Le projet, intitulé EMC2<sup>253</sup>, vise à développer des méthodes mathématiques et des algorithmes de calcul scientifique à l'échelle extrême, afin de repousser les frontières de la simulation moléculaire et de la chimie computationnelle. Par ailleurs, l'introduction d'un effet mémoire dans les modèles de volatilité (équipe PA) apparaît prometteuse : elle permet une meilleure compréhension des dynamiques des marchés financiers.

251 L'Uma est composée de trois équipes : 1/ Inversion of differential equations for imaging and physics (Idfix) est une équipe projet commune d'Inria, d'EDF et de l'Ensa ; 2/ Optimisation et commande (OC) est une équipe propre de l'Ensta ; 3/ Poems qui est une unité mixte de recherche sous la tutelle du CNRS, d'Inria et de l'Ensta, fait l'objet d'une évaluation séparée. Les données concernant les personnels concernent uniquement les équipes OC et Idfix. Celles des personnels de l'équipe Poems sont reportées sur la ligne au-dessus, dans le tableau.

252 Certains personnels, notamment les ingénieurs du corps des ponts, des eaux et des forêts, ne sont pas pris en compte dans les nomenclatures standard utilisées pour le décompte des effectifs des unités de recherche. Le Cermics accueille en réalité une vingtaine de ces ingénieurs, en plus d'un chercheur et de deux personnels d'appui à la recherche.

253 EMC2 : Extreme-scale mathematically-based computational chemistry (EMC2, synergy grant).

Cette avancée est au cœur de la chaire Futures of quantitative finance<sup>254</sup>, soutenue par BNP Paribas. L'unité affiche une belle réussite aux appels à projets compétitifs. Durant la période, elle a obtenu deux bourses de l'ERC (EMC2 cité ci-dessus, HighLeap<sup>255</sup>) et une bourse de la fondation Simons pour ses recherches sur les matériaux moirés. Elle a, par ailleurs, bénéficié de sept financements de l'ANR dont cinq en coordination. Ses chercheurs ont reçu de nombreuses distinctions, parmi lesquelles le prix Robert Fort de la Roadef et le prix Irène Joliot-Curie. L'un d'entre eux figurait en 2021 dans le classement Forbes 30 under 30. L'engagement remarquable du Cermics dans la formation doctorale se traduit par l'encadrement de 67 thèses soutenues au cours de la période et l'obtention de sept prix de thèse, dont le prix de la chancellerie des universités de Paris en sciences. Les partenariats avec le monde socio-économique jouent un rôle structurant pour une partie des travaux de recherche de l'unité. Ils génèrent environ un million d'euros de ressources propres par an. Ces collaborations s'inscrivent dans une dynamique de long terme, notamment grâce à la signature de trois contrats de chaires soutenus par BNP Paribas, la Société Générale<sup>256</sup> et Air France<sup>257</sup>. La modélisation et la résolution d'un problème logistique portant sur l'optimisation de la planification des opérateurs au sol pour Air France illustrent la capacité du Cermics, à travers l'équipe Opt, à répondre aux enjeux opérationnels de cette compagnie aérienne. L'unité a conclu dix-huit conventions Cifre au cours de la période. Par ailleurs, un membre de l'unité s'est imposé comme référence médiatique en matière de tirages au sort de compétitions sportives (coupe du monde ou d'Europe de football). Son expertise est régulièrement sollicitée par des journaux d'audience nationale comme Le Monde et L'Équipe.

● Le **Cmap** mène des recherches qui couvrent l'ensemble des champs en mathématiques appliquées et qui sont fortement connectées aux enjeux du monde socio-économique. L'unité est structurée en onze équipes, dont cinq équipes-projet communes avec le centre Inria de Saclay. Ces équipes sont réparties en trois pôles thématiques : 1/ Analyse ; 2/ Décision et données ; 3/ Probabilités. Unité phare des mathématiques appliquées françaises, le Cmap bénéficie d'une notoriété mondiale. Sa production scientifique est exceptionnelle par l'intensité, la qualité et la diversité de ses modes de valorisation. L'unité publie régulièrement ses travaux dans les revues de premier plan<sup>258</sup> et intervient dans des conférences majeures<sup>259</sup>, couvrant ses nombreux secteurs de recherche. Elle se singularise par le développement de logiciels open source largement utilisés par les communautés mondiales : 1/ le logiciel Pot, consacré au transport optimal, est cité dans de nombreuses publications ; 2/ CMA-ES est un logiciel d'optimisation pour la biologie, la médecine et l'ingénierie qui dépasse les 50 millions de téléchargements<sup>260</sup> ; 3/ Coco s'impose comme une plateforme de référence pour l'évaluation comparative des performances des algorithmes d'optimisation numérique ; 4/ Samurai permet la simulation de phénomènes physiques par adaptation dynamique de maillage avec contrôle d'erreur. L'unité est un acteur majeur dans les secteurs de l'apprentissage machine, de l'apprentissage statistique, de l'optimisation, de l'intelligence artificielle et de l'analyse de données. Elle joue un rôle central dans les activités du Cluster Hi ! Paris et dispose de moyens de calculs considérables grâce au mésocentre IDCs. Le Cmap est également reconnu pour l'excellence de ses travaux en mathématiques appliquées à la biologie, notamment concernant les processus de branchement, les modèles en environnement aléatoire ainsi que les interactions entre probabilités et EDP. Il a contribué à structurer la communauté nationale de ce secteur, en particulier à travers la chaire Modélisation mathématique et biodiversité, menée en collaboration avec le MNHN<sup>261</sup> et Veolia. Ses travaux en mathématiques financières se distinguent sur le plan international, notamment dans le domaine des jeux et contrôle à champ moyen, de la volatilité des actifs, de la théorie des contrats et des modèles de type principal-agents et leurs applications aux marchés financiers. Le Cmap a réalisé des avancées majeures sur les fluctuations dans la dérivation de l'équation de Boltzmann à partir de modèles de sphères dures. Ces résultats comptent parmi les contributions récentes les plus significatives dans le domaine des équations cinétiques. Par ailleurs, l'unité développe une activité intense et originale en mathématiques discrètes, notamment autour des cartes et des permutons aléatoires. L'excellence des travaux de l'unité est attestée par de nombreux prix et distinctions prestigieux. Deux de ses membres ont été invités à donner une conférence à l'ICM 2022. Le Cmap compte également dans son effectif deux membres de l'Académie des sciences. Il a été récipiendaire de plusieurs récompenses internationales de premier plan parmi lesquels figurent le prix Tullio Levi-Civita, le Ten-year impact award de l'ACM-Sigev, la IMS Medallion Lecture ou encore le Eurasip<sup>262</sup> technical achievement award. Les chercheurs de l'unité ont également été distingués par de nombreuses récompenses nationales

254 Lancée en 2023, la chaire Futures of quantitative finance s'appuie sur un partenariat entre le Laboratoire de probabilités, statistique et modélisation (LPSM, université Paris Cité), le Cermics et BNP Paribas.

255 HighLeap (starting grant) : High-dimensional mathematical methods for large agent and particle systems.

256 La chaire sur les risques financiers concrétise un partenariat de recherche entre l'ENPC, l'École polytechnique, la Fondation du risque et la Société Générale. Elle a été renouvelée pour une durée de cinq ans, en 2023.

257 La chaire sur l'intelligence artificielle appliquée au transport aérien structure le partenariat entre l'ENPC et Air France.

258 Parmi les revues de premier plan dans lesquelles l'unité publie, on peut citer Adv. Math., Ann. Probab., J. Math. Pure Appl., Ann. IHP, Arch. Ration. Mech. An., J. Comput. Phys., Bernoulli, Commun. Part. Diff. Eq., J. Mach. Learn. Res., Commun. Pur. Appl. Math.

259 Genetic and evolutionary computation conference (Gecco) ; Neurips ; Symposium on Theory of Computing (Stoc) ; International colloquium on automata, languages and programming (Icalp).

260 <https://www.inria.fr/fr/cma-es-logiciel-optimisation-biologie-medecine-ingenierie>

261 MNHN : Muséum national d'histoire naturelle.

262 Eurasip : European association for signal processing.

telles que le prix Inria-Académie des sciences, du jeune chercheur ou les prix Blaise Pascal du Gamni-Smai<sup>263</sup>, Edmond Brun et Louis Bachelier décernés par l'Académie des sciences. Par ailleurs, l'unité a à son actif de très nombreux succès aux appels à projets compétitifs européens et nationaux. Elle a, notamment, bénéficié de quatre bourses de l'ERC<sup>264</sup> et coordonne 23 financements de l'ANR. Sa dynamique partenariale, aussi bien académique que socio-économique, se traduit par un niveau remarquable de ressources propres, atteignant 63 M€ durant la période d'évaluation. Ces ressources financières ont permis le recrutement de 114 doctorants, de 78 postdoctorants et de 36 ingénieurs de recherche. Le Cmap se distingue par une capacité remarquable à développer des partenariats structurants avec les acteurs socio-économiques par le biais de projets de recherche collaborative (contrats, chaires, expertises) et par la formation de jeunes docteurs, régulièrement intégrés dans de grandes entreprises françaises et internationales. L'unité est impliquée dans treize chaires d'enseignement et de recherche<sup>265</sup>, soutenues par le mécénat. Ces dispositifs structurent des coopérations durables dans trois secteurs : science des données et intelligence artificielle, finance, ingénierie et sciences du vivant. Le dynamisme du Cmap s'illustre également par la signature de 28 conventions Cifre et quatorze contrats avec des PME. Par ailleurs, l'unité développe des partenariats autour de grands enjeux sociétaux. Il participe, en collaboration avec le Cress<sup>266</sup>, au projet LCI<sup>267</sup> qui vise à concevoir un outil de simulation des dynamiques de population et d'épidémies à partir de données cartographiques, socio-économiques et médicales. L'unité a apporté une contribution remarquable au dimensionnement des centres d'appels d'urgence (plateforme PFAU 17-18-112) de la préfecture de police de Paris et du Samu de l'AP-HP en mobilisant des outils issus des mathématiques tropicales. Cette collaboration sur des problématiques de modélisation opérationnelle se poursuit dans le cadre du laboratoire commun Bernoulli avec Inria et l'AP-HP. La dynamique de transfert se traduit par le dépôt de quatre brevets et par la création de plusieurs start-up, parmi lesquelles Sivienn, Lusenn, Kesitys, RunBlind et Sonio. Cette dernière valorise les recherches menées sur l'aide au diagnostic à partir des examens échographiques. Le Cmap est engagé dans des actions de médiation scientifique et de sensibilisation aux enjeux contemporains des mathématiques. Plusieurs de ses membres ont contribué aux Assises des mathématiques (2022) et participent régulièrement à des interviews, des tables rondes ou des enquêtes parlementaires sur l'intelligence artificielle, ses applications et les questions de sécurité qui en découlent. L'un des chercheurs du laboratoire a par ailleurs développé le jeu vidéo OTGame (Android), destiné à sensibiliser le grand public à la problématique du transport optimal. Les membres de l'unité s'investissent également dans la préparation aux olympiades de mathématiques et de physique.

• L'unité **CMLS** se consacre aux mathématiques fondamentales. Elle est structurée en trois équipes : 1/ Algèbre et arithmétique ; 2/ Analyse et équations aux dérivées partielles ; 3/ Géométrie et dynamique. Elle a développé des collaborations scientifiques solides au sein de l'École polytechnique, notamment avec les unités Cmap (ST1) et CPHT (ST2), avec lesquelles elle organise des journées thématiques communes. Elle participe à l'école doctorale de mathématiques Jacques Hadamard et à la fondation du même nom. Le CMLS se positionne parmi les meilleures unités de recherche internationales dans chacun de ses trois domaines d'expertise. Sa production scientifique est excellente. Elle totalise 280 publications. Parmi ses contributions les plus notables, on peut citer la réponse négative apportée à une question posée par Siegel en 1950, portant sur la possibilité de représenter les E-fonctions à l'aide des séries hypergéométriques généralisées. L'unité a également proposé une nouvelle démonstration de la conjecture de Yau-Tian-Donaldson, qui concerne l'existence de métriques Kähler-Einstein sur certaines variétés de Kähler. Par ailleurs, ses travaux sur la limite de solutions des équations d'Einstein en relativité générale en lien avec des métriques très oscillantes, constituent des avancées significatives. Ces recherches ainsi que d'autres contributions ont eu un impact considérable sur leur domaine. Elles ont été publiées dans des revues de premier plan en mathématiques comme Ann. Math., J. Eur. Math. Soc., J. Am. Math. Soc., et Duke Math. J. L'excellence scientifique de l'unité est également attestée par les nombreuses distinctions qu'elle a reçues, parmi lesquelles figurent deux médailles de Bronze du CNRS, un prix Langevin de l'Académie des sciences, un Frontiers of science award. Par ailleurs deux membres de l'unité ont été invités à donner une conférence à l'International congress of mathematicians (ICM) en 2018. Réédité en 2013 sous l'impulsion de l'unité, le journal de l'École polytechnique a retrouvé sa place parmi les revues de

263 Gamni-Smai : Groupe pour l'avancement des méthodes numériques de l'ingénieur (Gamni) de la société de mathématiques appliquées et industrielles.

264 On intelligence and networks (Ocean, synergy grant, 2023-2029) ; Statistical modelling across price and time scales: a quantitative approach to modern financial regulation (Staqqamof, starting grant, 2016-2021) ; Stochastic dynamics of single cells: growth, emergence and resistance (Singer, advanced grant, 2022-2027) ; Mathematical methods for robust financial risk management (RoFirm, 2013-2018).

265 1/ Data science Institut (Orange, Société générale) ; 2/ Data science et processus industriel (Office chérifien des phosphates) ; 3/ Innovation numérique et science des données en santé (Sanofi) ; 4/ Next generation retail and artificial intelligence lab (Carrefour) ; 5/ Statistique et modèles pour la régulation (Friends of École polytechnique) ; 6/ Business analytics for future banking (Natixis) ; 7/ Deep finance and statistics (Qube Research & Technologies) ; 8/ Finance et développement durable (Crédit agricole, EDF) ; 9/ Machine learning and systematic methods in finance (Exodus Point) ; 10/ Risques financiers (Société générale) ; 11/ Stress test, financial steering and risk management (BNP Paribas) ; 12/ Modélisation mathématique et biodiversité (Véolia) ; 13/ IA et maintenance positive (Europorte).

266 Cress : centre de recherche en épidémiologie et statistiques, unité mixte de recherche affiliée à l'Inserm, à l'université Paris Cité, à l'université Sorbonne Paris Nord et à Inrae, localisée dans les locaux de l'hôpital Hôtel-Dieu.

267 Ici : Inria-collaboration-IGN.



référence en mathématiques. Son rayonnement contribue à renforcer la visibilité internationale de l'unité. Le CMLS affiche une réussite notable aux appels à projets compétitifs nationaux. Il est impliqué dans quatorze projets soutenus par l'ANR, dont six qu'il coordonne. Durant la période, l'unité a connu une forte mobilité, liée en partie, aux postes Monge<sup>268</sup> et à la stratégie du CNRS en la matière. Dans ce contexte, elle joue un rôle de tremplin pour les jeunes talents : elle a accueilli dix-neuf nouveaux chercheurs tandis que quinze sont partis. De nombreux titulaires de postes Monge ne sont restés que deux ou trois ans, avant d'obtenir un poste de professeur dans d'autres institutions, certains obtenant une bourse de l'ERC. Cette dynamique favorise une grande vitalité scientifique mais elle peut néanmoins affecter la stabilité de l'unité dont l'effectif reste limité à moins de 30 permanents. Le CMLS affiche une forte activité d'encadrement doctoral, au regard de sa taille (27 thèses soutenues durant la période). L'unité n'a pas d'interactions avec le monde socio-économique. Son engagement envers le grand public se manifeste par une implication notable dans de nombreuses initiatives de sensibilisation destinées aux jeunes. L'unité apporte un fort soutien à l'association Animaths, notamment à travers l'organisation du tournoi français des jeunes mathématiciennes et mathématiciens. La création et l'organisation des journées X-UPS, une formation de deux jours à destination des professeurs de classes préparatoires, constituent une initiative remarquable. Cette action répond à un besoin important au niveau national en renforçant le lien entre la recherche académique et l'enseignement en classes préparatoires scientifiques.

- L'**Uma** regroupe l'essentiel des mathématiciennes et mathématiciens de l'Ensta, et entretient un partenariat de longue date avec EDF. L'unité est structurée en trois équipes : 1/ Inversion of differential equations for imaging and physics (Idefix) est une équipe-projet commune d'Inria, d'EDF et de l'Ensta, intégrée à l'Uma en 2022 ; 2/ Optimisation et commande (OC) est une équipe propre de l'Ensta ; 3/ Poems qui est une unité mixte de recherche sous la tutelle du CNRS et de l'Ensta et une équipe-projet d'Inria, a fait l'objet d'une évaluation distincte, présentée dans le synopsis suivant. Les thèmes de recherche de l'unité incluent la modélisation et la simulation numérique, le contrôle et l'optimisation, le calcul scientifique, la recherche opérationnelle et la science des données ainsi que les équations aux dérivées partielles et les probabilités. Ces travaux donnent lieu à de nombreuses applications, développées dans le cadre de partenariats académiques et industriels. L'unité se distingue également par la production de nombreux codes de calcul. Elle fait partie de la FMJH<sup>269</sup>, ainsi que de l'EDMH<sup>270</sup> de Paris-Saclay. Les trois équipes de l'Uma sont chacune d'un très bon niveau international. L'équipe OC a mené une activité soutenue dans l'analyse des équations aux dérivées partielles stochastiques, l'optimisation convexe et le contrôle des systèmes dynamiques, donnant lieu à des prolongements intéressants en optimisation discrète. Reconnue pour ses travaux en optimisation combinatoire, elle a récemment élargi le spectre de ses thématiques en produisant des résultats originaux et précis sur des questions d'optimisation binaire et sur leurs applications en calcul quantique. L'équipe Idefix, grâce à son expertise en optimisation, apprentissage automatique, analyse et calcul scientifique, joue un rôle d'interface entre les deux autres équipes du laboratoire. La production scientifique de l'unité est de grande qualité. Ses publications paraissent, majoritairement, dans des revues ou des conférences internationales de référence dans les domaines d'expertises des équipes, telles que Commun. Math. Phys, Siam J. Appl. Math., Siam J. Num. Anal., Siam J. Math. Anal., Esaim<sup>271</sup>, M2AN<sup>272</sup>, ACM Trans. Quantum Comput., J. Math. Pure Appl., Aléa<sup>273</sup>, Roadef, Waves. Cette reconnaissance se traduit par plusieurs distinctions nationales et internationales reçues par les membres de l'unité, telles que le prix Edmond Brun de l'Académie des sciences ou le Paul R. Halmos-Lester R. Ford award. Certains doctorants de l'Uma sont également lauréats de plusieurs prix de thèse, parmi lesquels le Best thesis award runner-up de l'Institut polytechnique de Paris, le Springer outstanding PhD thesis award et le prix de thèse Jürgen Ehlers. Par ailleurs, l'unité a obtenu cinq financements de l'ANR en tant que porteur, ce qui constitue un résultat notable au regard de sa taille. Un de ses points forts réside dans les relations étroites et durables qu'elle entretient avec le milieu socioéconomique, à travers l'ensemble de ses secteurs de recherche. L'Uma se distingue également par un engagement soutenu dans l'activité de médiation scientifique. Elle prend part chaque année à plusieurs événements destinés au grand public, tels que le Festival international du ciel et de l'espace. Elle mène par ailleurs des actions ciblées en direction des jeunes publics, notamment à travers les programmes Femmes et mathématiques et Animath.

- L'unité **Poems** est spécialisée dans le développement d'approches mathématiques et numériques consacrées à l'étude de la propagation des ondes linéaires dans tous les secteurs de la mécanique et de la physique : ondes électromagnétiques, acoustiques, élastiques, sismiques ou ondes à la surface de l'eau. Ses travaux portent sur la modélisation de phénomènes complexes et sur l'analyse mathématique des modèles

268 Les postes Monge sont des positions académiques spécifiques à l'École polytechnique, de type tenure-track. Ils se déroulent sur une période de six ans, répartie en deux contrats de trois ans. À l'issue de cette période, après l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches (HDR) et une évaluation positive, le titulaire peut être promu au grade de professeur.

269 FMJH : fondation mathématique Jacques Hadamard.

270 EDMH : École doctorale de mathématiques Hadamard.

271 Esaim : European series in applied and industrial mathematics.

272 M2NA : Mathematical modelling and numerical analysis.

273 Alea: Latin american journal of probability and mathematical statistics.



associés, généralement formulés sous forme d'équations aux dérivées partielles. Ils incluent également le développement de méthodes d'approximation et la conception de codes de calcul. Poems dispose d'une expertise de longue date, reconnue au niveau international, dans l'analyse et la simulation de la propagation des ondes linéaires en acoustique et en électromagnétisme. L'unité conçoit des modèles numériques performants, adaptés à la simulation de phénomènes ondulatoires dans des secteurs de grande taille au regard des longueurs d'onde considérées, un régime où les méthodes classiques sont limitées par le coût des calculs. Ces recherches permettent d'éclairer les mécanismes physiques sous-jacents et de contribuer à la conception de dispositifs avancés en ingénierie, notamment grâce aux interactions avec les deux autres équipes de l'Uma. Parmi les secteurs dans lesquels l'unité se distingue, figurent, par exemple, l'étude mathématique des équations intégrales, débouchant sur la simulation de phénomènes en domaines infinis, les méthodes d'éléments finis de frontière pour ces équations, ainsi que les méthodes de décomposition de domaine. Ces études ont débouché sur la conception de logiciels (XLife++<sup>274</sup> et Coffee<sup>275</sup>) utilisés par la communauté scientifique et valorisés dans le cadre de partenariats industriels. Leur maintenance fait l'objet d'une réflexion collective au sein de l'unité. Par ailleurs, au cours de la période, l'équipe a élargi le périmètre de ses thématiques de recherche, marquant une ouverture prometteuse vers l'étude des ondes en milieu aléatoire, grâce à l'usage de méthodes récentes d'homogénéisation stochastique. Ces travaux récents, de grande qualité, offrent des perspectives intéressantes, à la fois sur le plan théorique et applicatif, notamment dans le secteur de l'imagerie médicale. La production scientifique de Poems est dense et de qualité. Ses publications paraissent majoritairement dans des revues reconnues de mathématiques appliquées et d'analyse numérique (Siam J. Appl. Math., Siam J. Numer. Anal., Esaim M2AN). Poems publie également, de manière plus ponctuelle, dans des journaux à l'interface entre les mathématiques appliquées et l'ingénierie ou la physique (J. Comput. Phys., J. Fluid Mech., J. Acoust. Soc. AM, Chaos, Combust. Flame). L'unité a organisé la conférence internationale Waves 2022 (plus de 230 participants), conférence majeure de son secteur de recherche. L'unité a établi des partenariats solides avec le secteur non-académique. On peut notamment citer la collaboration avec le CEA-List<sup>276</sup>, centrée sur les conditions aux limites transparentes dans les guides élastiques, dans le cadre de la simulation du contrôle non destructif par ultrasons. Par ailleurs, une autre collaboration avec Naval Group concerne la simulation, au moyen de la méthode BEM<sup>277</sup>, de l'impact d'une explosion externe sur un sous-marin ainsi que la modélisation du bruit généré par les écoulements. Ces partenariats ont permis de financer plusieurs contrats doctoraux, dont cinq avec le CEA-LIST et quatre avec Naval Group, grâce à la signature de conventions Cifre.

---

274 XLife++ : Extended library for finite elements in C++.

275 Coffee : Complex finite element environment.

276 List : Laboratoire d'intégration de systèmes et de technologies.

277 BEM : Boundary element method.

## ST2 Physique

Tutelles	Unités de recherche	EC	C	PAR
		Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total		
École polytechnique ; CNRS <sup>278</sup>	CPHT - Centre de physique théorique	6 / 8	0 / 22	5 / 9
École polytechnique ; CNRS	LLR - Laboratoire Leprince-Ringuet	1 / 1	0 / 28	10 / 37
Ensta ; CNRS ; École polytechnique	Loa - Laboratoire d'optique appliquée	3 / 3	1 / 13	19 / 29
École polytechnique ; CNRS ; Inserm	Lob - Laboratoire d'optique et biosciences	4 / 8	0 / 17	2 / 11
École polytechnique ; CEA ; CNRS	LSI - Laboratoire des solides irradiés	2 / 3	0 / 20	5 / 11
École polytechnique ; CEA ; CNRS ; Sorbonne Université	Luli - Laboratoire pour l'utilisation des lasers intenses	1 / 5	1 / 15	15 / 50
École polytechnique ; CNRS	PMC - Laboratoire de physique de la matière condensée	7 / 7	0 / 13	8 / 19
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>24 / 35</b>	<b>2 / 128</b>	<b>64 / 166</b>

• Le **CPHT** est organisé en cinq équipes<sup>279</sup> spécialisées en physique théorique. Ses recherches couvrent un large spectre de thématiques : théorie des systèmes quantiques corrélés, théorie quantique des champs, étude des propriétés statistiques des systèmes dynamiques, écologie théorique. L'unité explore également la chromodynamique quantique ainsi que les aspects mathématiques et les applications de la théorie des cordes dans des domaines tels que la gravitation, la physique des particules, la cosmologie et la matière condensée. Elle développe aussi des approches théoriques et numériques pour la modélisation des plasmas magnétisés ou générés par laser. L'unité est à l'origine de la création, en 2021, de l'IDCS qui constitue un atout majeur pour ses activités de calcul scientifique. Reconnu internationalement pour l'ensemble de ses travaux, le CPHT a réalisé plusieurs avancées majeures : 1/ il a contribué à la compréhension du pseudo-gap dans le modèle de Hubbard dopé et à la prédiction du diagramme de phase des bosons corrélés sur un réseau quasi-cristallin ; 2/ il a obtenu des résultats importants, en théorie quantique des champs, concernant les limites de grand N associées aux symétries O(n) et SU(N), ainsi que les propriétés du groupe de renormalisation ; 3/ il a réalisé des progrès significatifs sur les corrections de « higher-twist » pour les processus de production de mésons dans les collisions électron-positron ; 4/ en théorie des cordes, il a proposé de nouvelles formulations de la supergravité, fondées sur les symétries exceptionnelles, offrant un éclairage potentiel sur la physique des singularités cosmologiques dans le cadre de la dualité holographique ; 5/ il a découvert un système magnétique cage-corde, unifiant les mécanismes à l'origine des éruptions solaires. La production scientifique de l'unité est excellente. Elle totalise 640 articles publiés dans des revues internationales, dont 34 dans Phys. Rev. Lett. et une trentaine dans des journaux de grande notoriété comme Science, Nature, Nat. Phys. ou Nat. Photonics. Ce dynamisme se traduit par une moyenne de plus de 3 ACL/ETP/an, nettement supérieure aux standards de la discipline. Les travaux de l'unité ont été récompensés par de nombreuses distinctions, parmi lesquelles figurent une médaille d'argent du CNRS, une médaille Feenberg, une élection à l'Académie des sciences, ainsi que les prix Aneesur Rahman et Edward Teller. L'unité est très attractive. Elle accueille un nombre important de postdoctorants (59) et de

<sup>278</sup> Inria n'exerce pas de tutelle sur le CPHT, mais participe aux effectifs d'une équipe-projet (1 C) : Physics, information theory, and quantum simulation (Phiquis).

<sup>279</sup> Matière condensée ; Physique mathématique ; Physique des particules ; Théorie des cordes ; Théorie des plasmas.

doctorants (35 thèses soutenues, 31 en cours) recrutés notamment dans de grandes institutions internationales comme l'ETH Zurich (Suisse), l'université de Heidelberg (Allemagne), et l'université Shanghai Jiao Tong (Chine). Cette attractivité se traduit également par le recrutement, durant la période, de sept chercheurs au CNRS et quatre enseignants-chercheurs à l'École polytechnique. La réussite aux appels à projets compétitifs est remarquable. Le CPHT coordonne trois projets soutenus par la fondation Simons. Il a obtenu cinq bourses de l'ERC<sup>280</sup> durant la période. Il a également bénéficié de financements du programme MSCA-IF (4) et de l'ANR (10). Le rayonnement international de l'unité repose également sur une stratégie de coopération scientifique dynamique. Le CPHT a organisé une cinquantaine de manifestations scientifiques pendant la période. Il participe à des programmes européens et internationaux majeurs, comme le projet Strong-2020<sup>281</sup> ou le centre virtuel de modélisation de la météorologie spatiale de l'Esa<sup>282</sup>. Par ailleurs, il développe des partenariats solides à travers plusieurs collaborations structurées en IRL<sup>283</sup> ou IRP<sup>284</sup>, comme l'Institut franco-uruguayen de physique ou le laboratoire franco-canadien quantum frontiers. L'inscription des activités de recherche dans la société est limitée à quelques activités de diffusion de la culture scientifique. Un petit nombre de chercheurs s'investit dans des actions de sensibilisation, en participant à des émissions de radio et des conférences grand public ou en réalisant des interventions en lycée. Parmi les exemples notables, on note un cours sur l'intrication quantique et les inégalités de Bell, dispensé dans le cadre du programme d'enrichissement scientifique Henri Poincaré pour lycéens.

- Le **LLR** mène des recherches de renommée mondiale dans quatre domaines de la physique des particules : la physique des hautes énergies, la physique des ions lourds, les neutrinos et les astroparticules. Grâce à son expertise technologique et son implication dans des grands projets internationaux, l'unité contribue aux grandes avancées de la physique des particules et de l'astrophysique. Un de ses atouts majeurs réside dans sa capacité à concevoir et à développer des systèmes de détection complexes. Ses contributions sont essentielles pour les expériences de physique des particules menées au LHC du Cern, notamment dans le cadre du CMS<sup>285</sup>. Elles jouent un rôle clé dans l'étude du rayonnement gamma à très haute énergie, en particulier avec Hess (Namibie) et le futur observatoire CTA<sup>286</sup> (Espagne, Chili). Le LLR est également fortement impliqué dans les expériences sur les neutrinos, comme T2K (Japon), et contribue à l'astronomie gamma spatiale (Fermi-Lat<sup>287</sup>). L'unité a été un élément moteur dans le développement du calorimètre à haute granularité (HGCaI<sup>288</sup>), conçu pour fonctionner à très haute luminosité au LHC et a assumé des responsabilités majeures dans la conception et la construction des caméras Nectarcam pour le CTA. Par ailleurs, elle est impliquée dans plusieurs projets multidisciplinaires tels que le développement d'instrumentation pour des applications médicales, la recherche sur l'accélération laser-plasma et l'intégration de l'intelligence artificielle dans l'analyse des données en physique des particules. Les services techniques du LLR, qui regroupent une trentaine d'ingénieurs, participent aux développements expérimentaux, depuis leur conception initiale jusqu'à la validation des systèmes de détection. Parmi leurs réalisations notables figurent des contributions au détecteur de neutrinos SFGD<sup>289</sup>, développé pour l'expérience T2K. Ils ont également participé à la conception du circuit électronique HKRoc<sup>290</sup> destiné à Hyper-Kamiokande, un détecteur de neutrinos de nouvelle génération actuellement en construction au Japon. L'unité a une production scientifique d'excellente qualité. Son bilan affiche 1 120 publications dans des revues internationales de premier plan, couvrant ses quatre thématiques de recherche. Ses travaux sont notamment publiés dans des journaux de référence (Astrophys. J. Lett., Phys. Rev. Lett., Nature Astron.), ainsi que dans des revues généralistes prestigieuses comme Nature et Science. Sur la scène internationale, ses chercheurs sont régulièrement invités à présenter leurs travaux dans de grandes conférences de physique des particules et dans des ateliers plus spécialisés (Quark Matter 2023, 11<sup>th</sup> LHCP<sup>291</sup> 2023). L'unité se distingue également par la qualité de son encadrement doctoral, attestée par l'octroi d'une dizaine de prix de thèse (P2IO<sup>292</sup>, CMS, SFP<sup>293</sup>). À la date de l'évaluation, l'unité compte 22 doctorants dont une part importante est

280 Quantum light-controlled topological phases of matter (starting grant, 2023) ; The bootstrap program for quantum field theory (consolidator grant, 2023) ; Holographic information encoding in quantum gravity and the black hole information paradox (starting Grant, 2020) ; Random tensors and field theory (consolidator grant, 2019) ; Hydrodynamics, holography and strongly-coupled quantum matter (starting grant, 2018).

281 Strong-2020 est un projet majeur pour la physique des hautes énergies en Europe. Soutenu par H2020, il favorise la coopération entre les chercheurs de 45 institutions européennes, dont le Cern.

282 Esa : European space agency.

283 IRL : International research laboratory.

284 IRP : International research project.

285 CMS : Compact muon solenoid.

286 Le CTA (Cherenkov telescope array) est un projet international en construction, destiné à être le plus grand réseau mondial de télescopes Cherenkov, sensible aux énergies de 20 GeV à plus de 100 TeV.

287 Fermi-Lat (Fermi large area telescope) est le principal instrument du télescope spatial Fermi, lancé par la Nasa en 2008 pour observer le rayonnement gamma de haute énergie dans l'Univers.

288 HGCaI : high granularity calorimeter.

289 SFGD : Super fine-grained detector.

290 HKRoc : Hyper-Kamiokande readout chip.

291 LHCP : Large hadron collider physics conference.

292 P2IO : Physique des deux infinis et des origines (labex).

293 SFP : Société française de physique.

d'origine internationale. Elle a également accueilli 47 postdoctorants au cours de la période. Ce résultat, remarquable pour une unité de taille moyenne, illustre son attractivité et son rayonnement international. Le LLR mène une politique proactive en matière de réponse aux appels à projets compétitifs. Pendant la période, il a signé une dizaine de contrats soutenus par l'ANR. Il a bénéficié de six financements des programmes européens H2020 et horizon Europe. Il coordonne notamment le projet SK2HK<sup>294</sup> qui finance le détachement de chercheurs européens auprès du détecteur Super-Kamiokande (Japon), afin de participer à des expériences sur les neutrinos. Bien que principalement tourné vers la recherche fondamentale, le LLR a su nouer des interactions avec le monde socio-économique, notamment à travers le développement d'innovations technologiques dans le domaine de la thérapie par faisceaux d'ions. Ses contributions incluent également la conception de profileurs de faisceaux, ayant conduit au dépôt d'un brevet, ainsi que le développement d'un moniteur de dose pour la thérapie flash. Un chercheur de l'unité assure la coordination de la chaire Science & jeux vidéo soutenue par la fondation de l'École polytechnique et Ubisoft. Cette chaire, consacrée à la diffusion de la culture scientifique par le biais du jeu vidéo, a conduit à la création de la société Scifungame, qui commercialise le jeu Exographer. Le LLR s'investit dans la diffusion de la culture scientifique auprès du grand public et dans les débats de société. De nombreux physiciens de l'unité partagent leur expertise à travers des blogs, des émissions radiophoniques, ainsi que des interventions dans la presse et lors de conférences grand public. Chaque année, le LLR organise deux sessions de Masterclasses de physique des particules, accueille des classes de lycéens et contribue au programme Égalité des chances de l'École polytechnique.

- Le **Loa** mène des recherches dans le secteur des interactions laser-plasma, en particulier sur l'accélération d'électrons relativistes dans les plasmas produits par des lasers ultra-intenses. Ses travaux couvrent également la métrologie ultra-rapide des sources X et UV, la filamentation laser et ses applications, la physique et la technologie des lasers ultra-courts et intenses. Le Loa s'intéresse, de plus, à l'étude des matériaux par dynamique ultra-rapide, ainsi qu'à l'électrodynamique quantique en champ fort. L'unité est organisée en cinq équipes<sup>295</sup>. Elle a réalisé plusieurs avancées scientifiques majeures qui la positionnent au meilleur niveau mondial. Elle a, notamment, joué un rôle déterminant dans une collaboration avec le synchrotron Soleil et le Helmholtz-Zentrum de Dresde, qui a permis de concevoir un laser à électrons libres compact combinant une accélération laser-plasma à un onduleur conventionnel. Le Loa s'est également illustré grâce à ses travaux sur la dynamique ultrarapide et les transitions photoinduites dans les boîtes quantiques à semiconducteur et les matériaux incommensurables. Ces travaux ont conduit à deux résultats notables : la première démonstration d'une Led infrarouge émettant à deux microns et une amélioration significative de la photodétectabilité de boîtes quantiques à quatre microns. Le Loa a, par ailleurs, réalisé une expérience pionnière de guidage de la foudre par laser sur plus de 60 mètres, en collaboration avec des équipes suisses et ArianeGroup. Ce résultat constitue une étape décisive vers le développement d'un paratonnerre laser. La production scientifique du Loa se distingue par sa grande qualité, comme en témoignent ses nombreuses publications dans des revues internationales de tout premier plan, tant spécialisées que généralistes. Parmi les journaux les plus prestigieux figurent Nat. Phys. (2 articles), Nat. Photonics (6), Nat. Commun. (5) et Phys. Rev. Lett. (10). L'excellence scientifique de l'unité a été reconnue par la communauté académique, à travers l'attribution de distinctions internationales telles que le prix Gordon Bell et le Prix Hannes Alfvén. Les membres de l'unité ont participé à 290 conférences, dont 125 en tant qu'invités et seize en séances plénières. Le Loa occupe une position centrale dans les grandes infrastructures nationales et européennes en optique et physique des lasers. Il est largement reconnu pour la qualité exceptionnelle de ses équipements scientifiques et pour la haute technicité de ses personnels d'appui à la recherche. L'unité bénéficie d'installations spécifiques réparties sur un espace de près de 5 600 m<sup>2</sup>, qui incluent, notamment, un laser femtoseconde spécifiquement conçu pour l'étude de dynamique ultra-rapide dans les plasmas. Elle figure parmi les utilisateurs majeurs de l'infrastructure Apollon financée par l'équipex Cilex dont elle a assuré, pendant deux ans et demi, la direction. Le Loa est fortement impliqué dans le réseau LaserLab Europe, qui fédère les principales infrastructures laser à l'échelle européenne. Au cours de la période, l'unité a assuré la formation de 40 doctorants et l'encadrement d'une trentaine de chercheurs non permanents. Son activité contractuelle se révèle particulièrement soutenue. Elle a bénéficié de six projets financés par des programmes européens comme l'ERC<sup>296</sup> et Horizon Europe. Elle a également obtenu dix financements de l'ANR et six de la DGA. Depuis de nombreuses années, le Loa entretient des relations soutenues avec plusieurs entreprises partenaires, telles que Sourcelab, Thales, Trumpf ou Imagine Optics. Durant la période évaluée, ces collaborations ont abouti à la signature de six conventions Cifre ainsi qu'à la création du laboratoire commun Heracles. Ce laboratoire, lancé en 2020 par l'Institut polytechnique de Paris, le CNRS et Thales, joue un rôle central dans le projet Laplace financé par le CPER, qui vise à établir le premier centre de recherche français consacré à l'accélération de particules par interaction laser-plasma. Le Loa a également déposé sept brevets, durant la période. Il mène une activité soutenue de communication scientifique à destination du grand public, notamment autour des avancées marquantes dans son domaine. Il a ainsi

294 SK2HK : from super-Kamiokande to hyper-Kamiokande.

295 Ultrafast particles and X-ray (UPX) ; Femtosecond Laser driven UV to X-ray sources (Flux) ; Filamentation par interaction laser matière (F-ILM) ; Physique du cycle optique (PCO) ; Appli.

296 Experimental signatures of quantum electrodynamics in the strong field regime (Exafield, strating grant, 2023-2028).

contribué à valoriser les travaux des lauréats des prix Nobel de physique en 2018 pour l'invention du laser CPA<sup>297</sup> et en 2023 pour les avancées en science attoseconde<sup>298</sup>, certains ayant été membres ou collaborateurs proches de l'unité à différents moments de leur carrière. Les recherches menées sur le déclenchement de la foudre par laser ont également suscité un large écho médiatique, témoignant de l'intérêt sociétal pour ces travaux à fort impact. Par ailleurs, le Mooc francophone sur la physique quantique, produit par le LoA et diffusé sur la plateforme Fun<sup>299</sup>, connaît un succès remarquable, en comptabilisant plus de 100 000 apprenants à ce jour.

● Le **Lob** est une unité interdisciplinaire à l'interface entre la physique et la biologie, qui utilise des méthodologies optiques et laser pour étudier certains aspects fondamentaux du vivant. L'unité développe des méthodes et techniques optiques avancées afin d'explorer un large éventail de thématiques, qui s'étend de l'interaction biomoléculaire à la réponse antimicrobienne, en passant par l'organisation des tissus. Elle est organisée en quatre équipes (Momenbio, Dynabio, Nabody et Microphy<sup>300</sup>). Sa force principale réside dans la synergie scientifique entre ses deux communautés, réunies autour d'un équipement instrumental et technologique de haut niveau. Ce cadre unique favorise une recherche interdisciplinaire particulièrement innovante, alliant approches fondamentales et appliquées. Bien que de taille moyenne, l'unité occupe une position clé dans le périmètre de l'Institut polytechnique de Paris, portée par la reconnaissance internationale (Momenbio, Dynabio, Nabody) voire mondiale (Microphy) de ses équipes, au sujet d'un large spectre de thématiques interdisciplinaires, répondant à des enjeux sociétaux majeurs. Plusieurs avancées permettent d'illustrer l'originalité et la qualité des travaux du Lob. Momembio a démontré que la capacité des cellules eucaryotes à dupliquer leur matériel génétique résulte d'une somme de caractéristiques archéennes (replisome) et bactériennes (thymidylate synthase). De son côté, DynaBio a développé une technique unique, l'Adasops<sup>301</sup>, qui permet de sonder des dynamiques biochimiques sur une très vaste échelle temporelle. Cette technologie, brevetée en 2019, est mise en œuvre par la plateforme Ultrafast<sup>302</sup>. Elle a permis de suivre la formation et la transformation du dioxyde de carbone au sein de l'enzyme Fap<sup>303</sup>. Par ailleurs, des travaux publiés dans Nat. Commun. ont mis en évidence le potentiel de l'imagerie multichromatique en microscopie multiphotonique, couplée à un vibratome pour l'acquisition séquentielle de volumes biologiques. Appliquée à l'imagerie du cerveau, cette approche permet d'obtenir une combinatoire quasi-unique pour chaque cellule et d'effectuer une reconstruction à résolution micrométrique de grands volumes tissulaires. Ces résultats ont été obtenus grâce aux équipements de la plateforme Morphoscope opérée par Mycrophys. Dotée de nombreux microscopes de haute performance, cette infrastructure financée par le PIA, est intégrée dans les réseaux nationaux FBI<sup>304</sup> et Ibisa<sup>305</sup>. La production scientifique de l'unité est excellente : le bilan dénombre environ 35 articles par an, soit 1,5 ACL/ETP/an. L'unité a publié ses résultats dans les meilleurs journaux spécialisés (Light-Sci. Appl., Nucleic Acids Res., Angew. Chem. Int. Edit.) et dans des revues généralistes prestigieuses (Science, Nat. Commun.). Le rayonnement international du Lob se traduit également par une présence marquée dans les congrès internationaux (environ 15 communications orales par an) ainsi que par une implication importante dans l'organisation de conférences (environ 7 par an). La qualité de ses recherches a été récompensée par des prix prestigieux parmi lesquels figurent la médaille d'argent 2019 du CNRS, le European microscopy award for the life sciences, décerné par la société européenne de microscopie. Grâce à un taux de réussite remarquable aux appels à projets compétitifs, le Lob bénéficie d'un volume important de ressources propres (près de 1,7 M€ par an). Un de ses chercheurs figure parmi les lauréats de la bourse Synergy de l'ERC, Hope<sup>306</sup>, qui soutient ses travaux sur les circuits neuronaux de l'hippocampe. Le lob est également partenaire de deux réseaux doctoraux européens soutenus par le programme MSCA-ITN (LightDynamics<sup>307</sup> et 4D Heart<sup>308</sup>). Il a obtenu 24 financements de l'ANR et deux de la DGA. L'interaction de l'unité avec le monde socio-économique est excellente. Le Lob a

297 Gérard Mourou (France) et Donna Strickland (Canada) pour leur invention de la technique d'amplification d'impulsions chirpées (CPA – Chirped Pulse Amplification), qui a révolutionné la physique des lasers ; Arthur Ashkin (États-Unis) pour l'invention des pinces optiques et leur application à des systèmes biologiques.

298 Pirre Agostini (Université d'État de l'Ohio, États-Unis), Ferenc Krausz (Institut Max Planck pour l'optique quantique, Allemagne), Anne L'Huillier (Université de Lund, Suède) pour des méthodes expérimentales générant des impulsions lumineuses attosecondes pour l'étude de la dynamique des électrons dans la matière.

299 Fun : France université numérique.

300 Mécanismes moléculaires de l'adaptation microbienne (Momenbio) ; Dynamique interne des molécules biologiques (Dynabio) ; Nano-imagerie quantitative des systèmes biologiques, organisation et dynamique (Nabody) ; Microscopies avancées et physiologie des tissus (Microphy).

301 Adasops : arbitrary-detuning asynchronous optical sampling.

302 Ultrafast : plateforme de spectroscopie d'absorption transitoire multi-échelle femto-milliseconde.

303 Fap : fatty acid photodecarboxylase.

304 FBI est une infrastructure nationale décrite au paragraphe II.4.

305 Ibisa : groupement d'intérêt scientifique qui mène une politique nationale sélective de labélisation et de soutien aux plateformes dans les secteurs de la biologie, de la santé et de l'agronomie. Il favorise l'organisation et la mutualisation des ressources et des moyens de mesure nécessaires à la recherche en sciences de la vie.

306 Hope (synergy grant) : Reverse engineering the assembly of the hippocampal scaffold with novel optical and transgenic strategies.

307 LightDynamics : DNA as a training platform for photodynamic processes in soft materials.

308 4D Heart : 4D analysis of heart development and regeneration using advanced light microscopy.



conclu de nombreux contrats avec des industriels, notamment Air Liquide Santé, Amplitude-lasers et Hoffman La Roche. Il a déposé quatorze brevets au cours de la période. Parmi ces innovations, l'équipe Nabody a développé des technologies portables à excitation UV destinées à la détection rapide ex vivo de biomarqueurs, qu'elle a protégées par quatre brevets. Ces avancées offrent de nouvelles perspectives notamment pour la détection des pathologies infectieuses. L'unité a également hébergé deux start-up, Epilab et Lumedix, qui ont cessé leur activité pour des raisons économiques. Le Lob est très investi dans la diffusion de la culture scientifique. Ses actions incluent, notamment, des interactions avec le public par l'intermédiaire des réseaux (Femto<sup>309</sup>, Cairn, la Banque française des yeux), ainsi que la production de podcasts comme Voyage au centre de la thèse.

• Le **LSI** mène des recherches interdisciplinaires sur la physique des solides et des matériaux, en explorant leurs interactions avec le rayonnement électronique, ionique et photonique. L'unité est structurée en cinq équipes<sup>310</sup>, organisées autour de trois axes thématiques : 1/ nanomatériaux et dispositifs innovants ; 2/ excitations électroniques, phononiques et photoniques ; 3/ défauts, désordre et structuration de la matière. L'unité mène des recherches visibles au plan international dans ces différentes thématiques. Elle dispose de plusieurs plateformes instrumentales qui participent à son rayonnement et à son attractivité. En particulier, certains équipements permettent des approches expérimentales originales grâce à l'irradiation d'électrons de haute énergie (Sirius) et à la spectroscopie résolue en temps (Femtoarpes<sup>311</sup>). La production scientifique est excellente. Elle respecte les principes d'intégrité scientifique, d'éthique et de science ouverte, renforçant ainsi la visibilité et la crédibilité du LSI. Relativement équilibré entre les trois axes, le bilan compte 300 articles publiés durant la période. 17 % de ces publications sont parues dans des revues de grande notoriété (Nat. Phys., Nano Opt., Nano Lett.). Parmi les résultats marquants obtenus par le LSI, figure le développement, sur la plateforme Sirius, d'un dispositif innovant permettant de tester les cellules solaires dans des conditions simulant celles de l'espace. En seulement quelques heures, ce dispositif reproduit une irradiation équivalente à plusieurs années en orbite, offrant ainsi une évaluation réaliste des dommages électroniques subis par ces cellules. Un autre exemple notable est l'étude de la dynamique inertielle de l'aimantation dans les matériaux ferromagnétiques, publiée dans Nat. Phys. en 2020. Ce travail, alliant expérimentation et modélisation théorique, a permis d'approfondir la compréhension des mécanismes fondamentaux régissant ces matériaux. L'unité bénéficie d'une excellente visibilité au sein de la communauté scientifique. Elle totalise 628 participations à des conférences, dont un tiers sur invitation et a organisé 38 congrès ou colloques. Elle a également obtenu des distinctions prestigieuses, comme le prix Gentner-Kastler et le prix L'Oréal-Unesco femme en science. Le LSI affiche, par ailleurs, une excellente réussite aux appels à projets. L'unité coordonne douze contrats financés par l'ANR et contribue à trois projets financés par les PEPR Spin (2) et Diadem (1). Elle a obtenu six financements des programmes H2020 (5) et horizon Europe (1). À titre d'exemple, le projet Jump into space<sup>312</sup>, financé par Horizon Europe - EIC<sup>313</sup> Pathfinder réunit des partenaires de cinq pays européens<sup>314</sup> autour du développement de cellules solaires multi-jonctions destinées aux applications spatiales. Le LSI entretient de nombreux partenariats avec les acteurs socio-économiques (TotalEnergies, Vinci, Airbus, Saint Gobain), dans des secteurs variés tels que les nanomatériaux, l'environnement, la santé et le spatial. Il a signé deux conventions Cifre avec Atilh et France Ciment. Le transfert technologique des travaux de l'unité est en progression : le LSI dispose d'un portefeuille de neuf brevets actifs parmi lesquels cinq ont été déposés durant la période. L'unité est impliquée dans les centres interdisciplinaires de l'Institut polytechnique de Paris, notamment E4C et Spiral. Son engagement dans la diffusion des connaissances se reflète dans le succès de ses Mooc (à titre d'exemple, le Mooc consacré à la DFT a attiré 14 000 apprenants). L'unité contribue aussi à des initiatives en faveur de la place des femmes dans la science, notamment à travers l'exposition « quinze physiciennes » de la SFP. Par ailleurs, elle a participé au pilotage de la chaire Arts et sciences. L'organisation de conférences et d'ateliers grand public, souvent en lien avec cette chaire, a consolidé son rôle sociétal, tout en favorisant le dialogue entre science et société.

309 Femto est un réseau technologique piloté par le CNRS, qui a pour objectif est de rassembler et diffuser les connaissances et techniques spécifiques aux impulsions femtosecondes auprès de communautés scientifiques interdisciplinaires susceptibles de les utiliser.

310 Spectroscopie théorique ; Théorie de la science des matériaux ; Défauts, désordre et structuration de la matière ; Nouveaux états électroniques (NEE) ; Physique et chimie des nano-objets.

311 Femtoarpes : dispositif de photoémission résolue en angle (Arpes) et en temps à l'échelle de la femto-seconde.

312 Jump into space : Flexible lightweight multi-junction solar cells and modules with enhanced performance for efficient light harvesting in outer space.

313 EIC : European innovation council.

314 Universités de Rome Tor Vergata, de Sienne et de Turin (Italie), Instituto de desenvolvimento de novas tecnologias (Portugal), Helmholtz zentrum Berlin (Allemagne), Saule Technologies (Pologne), CEA et Onéra (France).



● Le **Luli** mène des recherches sur la physique des plasmas chauds. Ses thématiques principales portent sur la technologie des lasers d'ultra-haute puissance, sur la fusion inertielle par laser, sur l'astrophysique de laboratoire ainsi que sur les intérieurs planétaires. L'unité est implantée en trois sites<sup>315</sup>. Elle se distingue par l'exploitation de plusieurs lasers de puissance<sup>316</sup> : Lulí2000<sup>317</sup>, Apollon, Hera, qui a pris le relai d'Elfie en 2020, et XScan, qui est de taille intermédiaire<sup>318</sup>. Le Luli assure la gestion de ces infrastructures ainsi que l'accueil de leurs utilisateurs. L'ampleur de cette activité se traduit par une forte mobilisation des personnels d'appui à la recherche : l'effectif des personnels affectés à la recherche (PAR) de l'unité (50 permanents et 11 contractuels) est nettement supérieur à celui des chercheurs et enseignants-chercheurs (20). La gestion du parc d'instruments et de l'effectif des personnels techniques repose sur une organisation adaptée, structurée autour de plusieurs directions techniques consacrées aux plateformes laser, ainsi que de services bénéficiant d'un très haut niveau d'expertise. Le Luli bénéficie de budgets récurrents significatifs alloués par ses trois tutelles : ces financements permettent de répondre aux besoins liés au développement, au renouvellement et au bon fonctionnement des équipements. En particulier, Apollon est un projet de grande envergure, visant à atteindre une puissance lumineuse de 10 pétawatts (PW), pour des applications en physique fondamentale et dans le domaine de la fusion. Conçu et réalisé par le Luli, ce laser a, après des années de développement, franchi une étape majeure : ouvert aux expériences en 2022, il a atteint une puissance de 4 PW en 2023. Cette avancée technologique place Apollon parmi les rares lasers multi-pétawatt actuellement opérationnels à l'échelle mondiale. Les travaux de l'unité, tant expérimentaux que théoriques, s'appuient également, dans le cadre de collaborations internationales structurantes, sur des instruments laser complémentaires, implantés en Europe ou aux États-Unis. Le Luli est cofondateur de LaserLab-Europe, un réseau européen d'infrastructures consacrées aux lasers de haute puissance, dans lequel il joue un rôle moteur. Durant la période d'évaluation, l'unité peut se prévaloir de plusieurs avancées majeures. Elle a notamment contribué à la démonstration de l'allumage de la fusion inertielle réalisée au NIF aux États-Unis. Ce résultat marque un tournant en relançant la dynamique mondiale autour de la fusion inertielle par laser. Ces travaux collaboratifs constituent des sources de financements pour les équipements de l'unité et pour la recherche associée. L'excellence de la recherche menée par l'unité se traduit par une production scientifique de haut niveau, Le Luli a à son actif des publications dans des revues de premier plan : douze publications dans Nat. Commun., quinze dans Phys. Rev. Lett. et douze dans Sci. Rep-UK. Il affiche également une ouverture marquée vers les applications, comme en témoignent les treize articles publiés dans High Power Laser Science and Engineering, ainsi que plusieurs contributions dans Astron. Astrophys. et dans Geochem. Geophys., Geosy. L'unité a été invitée à présenter ses résultats majeurs dans plusieurs conférences internationales de premier plan, telles que l'International symposium on high power laser science and engineering et le meeting of the APS division of plasma physics. Plusieurs membres du Luli ont été reconnus pour l'excellence de leurs contributions, à travers des récompenses individuelles et collectives. Parmi ces prix prestigieux figurent le prix jeune chercheur du MRE, un fellow de l'APS ainsi que le prix Science ouverte du logiciel libre de la recherche. Ce palmarès est complété par le prix cristal collectif du CNRS, remis aux personnels d'accompagnement de la recherche ayant contribué au développement de la plateforme Apollon. L'unité a également été lauréate d'une bourse de l'ERC<sup>319</sup> durant la période. Les plateformes du Luli, notamment Hera, sont utilisées par des acteurs industriels, principalement du secteur de la défense, notamment pour des analyses de matériaux. Ces interactions ont ouvert la voie à la signature de trois conventions Cifre et ont permis le dépôt de trois brevets. L'unité a fondé, en collaboration avec le Loa et la société Thales, le laboratoire commun Heracles, qui se consacre au développement de technologies laser avancées et à leur transfert vers des applications industrielles. Parallèlement, le Luli développe autour de ses équipements une activité de formation et de médiation scientifique à destination des chercheurs, des étudiants, notamment ceux de l'Institut polytechnique de Paris, ainsi que du grand public. Cette démarche s'est récemment traduite par la production de plusieurs vidéos de vulgarisation<sup>320</sup>.

315 Campus de Palaiseau de l'École polytechnique ; site de L'Orme les Mérisiers du CEA-Paris Saclay ; campus P. & M. Curie de Sorbonne Université.

316 Toutes ces plateformes sont situées sur le site de l'École polytechnique, à l'exception d'Apollon qui est hébergé au CEA,

317 Le laser Lulí2020 a bénéficié du statut de très grande Infrastructure de recherche jusqu'en 2019.

318 XScan est un laser en réalisation d'un nouveau type qui combine 64 faisceaux issus de 64 lasers à fibre amplifiés.

319 Genesis (bourses advanced grant, 2019-2024) vise à reproduire en laboratoire la synthèse des atomes les plus lourds de l'Univers.

320 <https://www.inp.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/apollon-des-faisceaux-laser-ultra-intenses-pour-des-experiences-scientifiques>.

• Le Laboratoire de physique de la matière condensée (**PMC**) conduit des recherches interdisciplinaires à l'interface entre la physique et la chimie des matériaux. Le PMC est organisé en quatre équipes : 1/ Physique de l'irrégularité ; 2/ Électrons-Photons-Surfaces ; 3/ Electrochimie et couches minces ; 4/ Chimie du solide. L'ensemble de ses activités scientifiques s'appuie sur trois plateformes techniques de haut niveau, consacrées, respectivement, à la RMN (Resomag<sup>321</sup>), à la diffraction des rayons X (Diffrax<sup>322</sup>) et à la microscopie électronique (Cimex). L'unité développe des recherches originales, reposant sur une articulation étroite entre approche théorique et expérimentale. Elle a obtenu plusieurs résultats marquants, notamment concernant les propriétés optiques anisotropes de nano-bâtonnets à base d'oxydes de terres rares et la détermination de la longueur et du coefficient de diffusion des excitons dans une monocouche de diséléniure de tungstène (WSe<sub>2</sub>) à température ambiante. Elle s'est également distinguée par le développement d'une jonction Josephson reposant sur des nanotubes de carbone ultrapurs, ouvrant des perspectives prometteuses en physique quantique mésoscopique. Sa production scientifique (3 ACL/an/ETP) est excellente. Certains travaux sont publiés dans des revues prestigieuses comme Adv. Funct. Mater. et Nat. Commun. Les travaux de thèse, qui représentent environ 30 % de la production scientifique, contribuent significativement à la visibilité de l'unité. Le PMC bénéficie d'un rayonnement scientifique de portée internationale. Son bilan dénombre 68 communications dans des conférences internationales. L'unité a également reçu des distinctions prestigieuses, dont un prix Elias Stein décerné par l'American mathematical society et un prix Claude Berthault de l'Académie des sciences. Elle entretient des collaborations pérennes avec différentes institutions, en particulier avec les universités de Purdue (États-Unis) et de Kiel (Allemagne). La forte implication de ses membres dans les instances scientifiques nationales (CoNRS section 03<sup>323</sup>) renforce sa visibilité institutionnelle. Le PMC affiche une réussite notable aux appels à projets compétitifs. Deux chercheurs ont été lauréats de bourses starting grant de l'ERC<sup>324</sup>. L'unité a obtenu onze projets soutenus par l'ANR dont un en collaboration avec l'université nationale de Taïwan, financé par le programme PRCI<sup>325</sup>. Elle a également bénéficié de deux financements des PEPR Diadem et Spin. Ces succès offrent à chaque chercheur un environnement scientifique dynamique, favorable au développement de projets ambitieux. L'unité développe des activités partenariales soutenues avec des grands groupes industriels et des PME. Ces collaborations ont conduit à la signature de cinq conventions Cifre (ST Microelectronics, Saint Gobain). L'unité assure la responsabilité scientifique de la chaire industrielle consacrée aux sciences des matériaux et aux surfaces actives, en partenariat avec Saint Gobain. En complément, un de ses membres exerce une mission de conseiller scientifique auprès de ce groupe industriel. L'unité s'est également investie dans la diffusion de la culture scientifique, en contribuant, notamment, à des événements de grande visibilité, comme l'exposition itinérante intitulée la recherche d'aujourd'hui pour l'énergie de demain.

321 Résomag : Résonance magnétique et électronique.

322 Diffrax : Plateforme de diffraction de rayons X.

323 CoNRS section 03 : comité national de la recherche scientifique du CNRS dans le domaine des mathématiques et de l'interaction des mathématiques.

324 Manipulating single fermions with light in CQED architectures (FermicQED, starting grant, 2021-2026) ; Atomic scale coherent manipulation of the electronspin in semiconductors (OneSpin, starting grant, 2023-2028).

325 PRCI : Projet de recherche collaborative – international.

## ST3 Sciences de la Terre et de l'Univers

Tutelles	Unités de recherche	EC	C	PAR
		Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total		
ENPC ; EDF	Cerea - Centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique	0 / 0	4 / 16	6 / 14
ENPC	HM&Co - Hydrologie météorologie et complexité	0 / 0	3 / 3	1 / 1
Université Paris-Est Créteil Val de Marne ; ENPC	Leesu - Laboratoire eau environnement et systèmes urbains	0 / 15	5 / 5	7 / 12
Sorbonne Université ; ENPC ; École polytechnique ; CNRS ; ENS-PSL	LMD - Laboratoire de météorologie dynamique	4 / 20	0 / 48	15 / 64
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>4 / 35</b>	<b>12 / 72</b>	<b>29 / 91</b>

• Le **Cerea** se concentre sur l'étude de la pollution atmosphérique, depuis l'échelle urbaine jusqu'à l'échelle régionale, ainsi que sur la micro-météorologie des basses couches de l'atmosphère. Ses recherches, qui ont une forte dimension sociétale, répondent à des enjeux variés, tels que la gestion et la prévision de la qualité de l'air, les risques industriels, et le développement des énergies renouvelables. L'unité bénéficie du soutien d'une tutelle industrielle (EDF) et allie recherches fondamentales et appliquées. Ses travaux sont organisés selon trois thèmes : 1/ les écoulements turbulents à micro-échelle ; 2/ la modélisation 3D de la pollution ; 3/ les méthodes mathématiques d'utilisation des données d'observation. L'unité est fortement impliquée dans le Sirta, une plateforme d'observation rattachée aux Infrastructures de recherches européennes Actris et Icos. Sa visibilité s'est considérablement renforcée grâce à ses recherches sur les enjeux environnementaux contemporains. Le Cerea se distingue par son expertise originale dans le développement de méthodes numériques de simulation et dans leur mise en œuvre pour des applications de prévision. Ses travaux sur la modélisation de la pollution atmosphérique et sur l'élaboration de méthodes mathématiques destinées à améliorer les modèles météorologiques bénéficient d'un rayonnement international. Le développement du modèle numérique du comportement des aérosols (SSH-aérosol), ainsi que les travaux sur l'assimilation des données et l'apprentissage profond en soutien au développement du modèle opérationnel IFS de l'ECWMF, positionnent le Cerea comme un acteur clé dans l'amélioration des outils de prévision météorologique à l'échelle européenne. Parmi les nombreux résultats de premier plan obtenus par l'unité, on peut citer la caractérisation de la turbulence atmosphérique et de la dispersion des polluants sur des sites complexes, permettant notamment l'évaluation en temps réel de la dispersion des polluants autour d'un site nucléaire. L'unité a également démontré que les hétérogénéités urbaines locales contribuent à une surexposition de la population parisienne à la pollution. Elle a également établi que, malgré son efficacité, le renouvellement du parc automobile reste insuffisant pour réduire significativement cette exposition de la population. Le bilan de la production scientifique dénombre 131 articles, publiés en majorité (57 %) dans des revues à forte visibilité internationale (Pnas, Atmos. Environ., Cryosphere). L'unité a doublé le volume de ses ressources propres issues de contrats de recherche entre 2018 et 2023. Cette progression s'est accompagnée d'une diversification des sources de financement, incluant quatorze projets financés par l'ANR (6) et l'Ademe (8) ainsi que deux contrats européens soutenus par le programme H2020 (CoCO2<sup>326</sup>, Ri-Urbans<sup>327</sup>). Le Cerea joue un rôle actif au sein de nombreuses instances nationales, comme l'Osu Efluve<sup>328</sup>. L'inscription de ses activités de recherche dans la société est exemplaire, comme en témoigne le partenariat avec EDF. Ces activités se concentrent sur des applications sociétales et industrielles dans le domaine de l'environnement, telles que l'évaluation et la gestion des risques industriels (Total Energies, Aramco), ainsi que la contribution à l'élaboration des politiques publiques de qualité de l'air (ville de

326 CoCO2 : Prototype system for a Copernicus CO2 service.

327 Ri-Urbans : Research infrastructures services reinforcing air quality monitoring capacities in european urban & industrial areas.

328 Observatoire des sciences de l'Univers (Osu)-Enveloppes fluides de la ville à l'exobiologie (Efluve).

Paris, Airparif). L'unité développe et diffuse des outils numériques : elle contribue au code Saturne<sup>329</sup>, développé par EDF et utilisé par plus de 500 acteurs non académiques. La communication de l'unité vers le grand public est particulièrement efficace : elle s'appuie sur des interventions mobilisant des supports variés tels que les revues de l'ENPC (Ingenius) et de l'École polytechnique (La Jaune et la Rouge), des vidéos diffusées sur la chaîne YouTube de l'ENPC. L'unité sait également tirer profit des grands événements, comme les jeux olympiques de Paris 2024, pour promouvoir son expertise. Par ailleurs, elle contribue aux débats publics sur la qualité de l'air, en fournissant des recommandations pratiques, comme le choix des espèces d'arbres adaptées en milieu urbain, ou en élaborant des scénarios pour améliorer la mobilité urbaine.

- L'unité **HM&Co** est spécialisée dans l'observation, l'analyse et la modélisation de la variabilité des interactions entre les systèmes urbains et leur environnement géophysique, à différentes échelles spatiales et temporelles. Malgré sa taille très modeste, HM&Co bénéficie d'une solide réputation scientifique internationale, particulièrement sur la thématique des multifractales stochastiques appliquées aux géosciences. L'unité apporte également des contributions significatives à la compréhension et à la modélisation des risques météorologiques et hydrologiques urbains. Elle s'appuie sur un réseau international incluant de nombreuses collaborations, notamment en Europe, au Royaume-Uni et aux États-Unis. Parmi les avancées significatives à son actif, l'unité a développé une extension émoissée des cascades multifractales universelles discrètes, qui préserve la structure discrète tout en étalant l'action des multiplicateurs. Ce résultat a trouvé une application directe dans la réduction d'échelle. HM&Co a également proposé une nouvelle modélisation de la distribution de la taille des grains dans les milieux poreux, combinant des données théoriques basées sur les multifractales universelles et des observations par tomographie numérique à rayons X. La production scientifique (9,3 ACL/ETP/an) est de grande qualité. Les travaux sont publiés dans les meilleures revues de la discipline (Sci. Total Environ., Urban Water J., J. Appl. Meteorol. Clim.). HM&Co a bénéficié de trois financements de l'ANR, en tant que coordinateur<sup>330</sup>. L'unité est également partenaire du projet Life intégré artisan<sup>331</sup> piloté par l'OFB et soutenu par la commission européenne. Ses chercheurs bénéficient d'une très bonne réputation internationale. Ils ont reçu de nombreuses distinctions académiques, comme l'Egu Roland Schlich award. Ils jouent un rôle actif dans l'organisation de réunions internationales prestigieuses, notamment celles de l'Egu, de l'Agu<sup>332</sup>, de l'IUGG<sup>333</sup> et de l'IAHS<sup>334</sup>. L'unité bénéficie d'équipements de recherche de haute technicité, notamment un radar de recherche polarimétrique en bande X et un scintillomètre. Sa recherche s'appuie également sur des outils de modélisation qu'elle a développés, comme Multi-Hydro qui simule les processus hydrologiques en milieu urbain et périurbain. La diffusion de sa recherche dans la société est très bonne. L'unité a déposé deux brevets pour protéger l'invention d'un disdromètre (capteur de gouttelettes) et une solution innovante de végétalisation utilisant des structures vertes en matériau composite. Elle a signé des contrats qui lui permettent de valoriser ses travaux fondamentaux sur les multifractales stochastiques dans les géosciences (Veolia, RATP). Elle entretient par ailleurs des liens étroits avec des acteurs locaux, comme la société du Grand Paris, Certivéa et le jardin de Gally, qui abordent des problématiques liées à l'environnement urbain en région parisienne. HM&Co partage ses connaissances par l'intermédiaire des médias traditionnels (France Info, BFM TV, France Culture) et des réseaux sociaux (X, LinkedIn). L'unité contribue également aux débats de société, en abordant des thématiques majeures telles que la résilience des systèmes urbains, l'avenir des transports et les enjeux de la décarbonisation.

- Le **Leesu** (Laboratoire eau environnement et systèmes urbains) est une unité mono-équipe qui structure ses activités de recherche autour de trois thématiques : 1/ vers des modèles de gestion des eaux urbaines plus résilients ; 2/ sources et devenir des contaminants et de nutriments en milieu urbain et périurbain et 3/ fonctionnement et gestion territoriale des milieux récepteurs. L'unité s'appuie sur les moyens analytiques d'un plateau technique mutualisé autour de quatre pôles : organique, minéral, microbiologie et terrain. Le Leesu a été membre du labex Futurs Urbains et est membre de l'Osu Efluve. À ce titre, il héberge la plateforme nationale, Prammics<sup>335</sup> et dispose d'équipements analytiques de haute précision (e.g. des spectromètres de masse, ICP-AES<sup>336</sup>). L'unité est également associée à l'École universitaire de recherche Live - Life trajectories & health vulnerability, et est impliquée dans le graduate program Urban Future. Le Leesu a une forte productivité scientifique (262 ACL, 41 ouvrages ou chapitres d'ouvrage), ses points forts étant la diversité des supports de publication : des journaux (Environ. Sci. Pollut. Res., Sci. Total Environ., Water, Water Res., Chemosphere), des data papers ou des rapports techniques (p. ex., Techniques sciences méthodes). Le bilan des apports de

329 Saturne : logiciel libre et gratuit destiné à des applications de dynamique des fluides.

330 Évaluation des performances éco-systémiques d'une re-naturation du milieu urbain (Evnaturb) ; Pluie, turbulence et énergie éolienne (RW-Turb) ; Quantification de l'impact de la distribution des tailles de gouttes et de la dérive du vent sur la mesure radar des précipitations à hautes résolutions pour des applications en hydrologie urbaine (Ra2DW).

331 L'Office français de la biodiversité (OFB) pilote le projet Life intégré artisan : accroître la résilience des territoires au changement climatique par l'incitation aux solutions d'adaptation fondées sur la nature. Ce projet est financé par l'Union européenne à hauteur de 60 %.

332 Agu : American geophysical union.

333 IUGG : International union of geodesy and geophysics.

334 IAHS : International association of hydrological sciences.

335 Prammics : Plateforme d'analyse environnementale multi-milieux des micro-contaminants.

336 ICP-AES : Inductively coupled plasma - Atomic emission spectrometry.

plastique du bassin de la Seine vers la mer à partir d'approches de terrain et statistique, l'étude de systèmes de biofiltration pour traiter les micropolluants ou encore la gestion des eaux usées urbaines et la valorisation des excréta humains sont des résultats marquants obtenus pendant la période. L'ensemble de ces résultats donnent au Leesu une très bonne visibilité nationale. Il fonctionne avec des ressources financières propres confortables dont une majorité est issue d'appels à projets internes (ENPC, 13 %), nationaux et européens (64 %). Ainsi, le laboratoire s'appuie sur une vingtaine de projets nationaux (financés notamment par l'ANR, l'Anses, l'Ademe), dont certains sont quasiment pérennes tels que Opur<sup>337</sup>, Ocapi<sup>338</sup>, Piren-Seine<sup>339</sup>. Il bénéficie en outre de subventions de collectivités et d'institutions publiques (la ville de Paris, les départements d'Île-de-France, l'Ademe, le Siaap<sup>340</sup>, l'OFB). À l'international, le Leesu a augmenté son engagement dans le cadre de projets européens (9 projets européens, dont Horizon Europe P3green, ITN Limnoplast) ou internationaux (Wasaf<sup>341</sup>) et son intégration dans les réseaux internationaux de recherche sur les pollutions environnementales (Norman) et sur l'eau (IWA, Megacities Alliance for Water and Climate). Enfin, l'unité se distingue par les nombreux prix et distinctions obtenus par ses membres, qui concernent tout autant ses membres seniors (1 médaille d'argent de l'Académie d'agriculture), que ses doctorants (p. ex., le prix de l'ENPC, le prix spécial Territoire Université Paris Est I). Le Leesu a accueilli des chercheurs invités internationaux (Côte d'Ivoire, Brésil ou Liban). Le développement de systèmes de mesure comme Fluocopée® (pour la quantification de la matière organique dans les eaux usées) illustre la capacité du laboratoire à innover dans les technologies de surveillance environnementale. Le brevet sur la phyto-épuration des eaux grises a renforcé la visibilité du laboratoire en termes d'innovation. L'unité a une visibilité et une reconnaissance forte auprès des services de l'État et des collectivités territoriales, avec un rôle clé d'expertise et d'orientation des politiques publiques liées à la gestion des eaux urbaines et à la pollution environnementale (e.g. la baignade dans la Seine en vue des jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024), avec en particulier une contribution à la production de normes (Iso, Anses). L'unité publie un nombre important de textes destinés aux réseaux professionnels de l'eau dans le cadre de l'Astee<sup>342</sup> et de l'IWA. Le Leesu valorise ses travaux sur une diversité de formats (e.g. notes de politique ou policy briefs) qui facilitent leur circulation au-delà des sphères académiques. Cinq doctorants ont été financés par le dispositif Cifre. Il développe des relations plus larges avec le public dans les médias locaux ou nationaux ou par sa contribution effective à des débats publics organisés par la Commission nationale du débat public. Des efforts sont également déployés pour diversifier les formats et supports d'interactions avec le grand public : le théâtre ou les conférences gesticulées.

### Le laboratoire de météorologie dynamique a été évalué lors de la vague D (2023-2024)<sup>343</sup>.

- Le **LMD** étudie le climat et l'environnement de la Terre ainsi que les atmosphères planétaires, en coordonnant des approches expérimentales, ainsi que des approches d'observation et de mesure de l'atmosphère, de l'océan et des surfaces continentales. Il est investi de l'échelle locale à l'échelle globale. En complément des approches observationnelles, il conduit des approches théoriques et de modélisation numérique. Le LMD est organisé en six équipes scientifiques qui étudient : 1/ les variables climatiques par analyse du rayonnement atmosphérique et de surface ; 2/ les processus physico-chimiques de fine échelle et leur impact concernant le climat au niveau régional ; 3/ les mécanismes fondamentaux de la dynamique et de la physique des fluides géophysiques (atmosphère et océan) ; 4/ la circulation atmosphérique générale pour en développer un modèle (LMDz) et les mécanismes physiques qui contrôlent la dynamique du climat et du changement climatique ; 5/ les atmosphères planétaires du système solaire et celles des exoplanètes ; 6/ les processus radiatifs, physiques et dynamiques au sein de l'atmosphère afin de les suivre au long terme. Le LMD est implanté en trois sites franciliens. Durant la période évaluée, la production scientifique du LMD a été exceptionnelle. On dénombre, en moyenne, 240 publications et sept ouvrages publiés annuellement. Les publications de l'unité sont parues dans des revues multidisciplinaires de prestige et dans les revues disciplinaires de référence très visibles (e.g. Nature, Nat. Geosci., PNAS, Nat. Clim. change, Nat. Commun.). Ces travaux sont très cités et 46 publications ont acquis la qualification de highly cited papers. Le LMD a une expertise mondialement reconnue dans l'étude des variables climatiques essentielles. Il opère depuis l'espace et est impliqué dans la conception, la conduite et l'exploitation de missions spatiales. L'unité a déployé et validé un nouveau modèle de spectroscopie qui a amélioré l'estimation des colonnes de CO<sub>2</sub>. Cette technologie de mesure a contribué à révéler une forte croissance (7 % en 15 ans) des gaz à effet de serre atmosphériques d'origine anthropique (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O) ainsi qu'une forte augmentation de la température de surface des océans à l'échelle planétaire (observée par le spectromètre infrarouge Iasi<sup>344</sup>). Des résultats notoires de l'UR, obtenus dans le cadre de simulations numériques, concernent également la variabilité du climat extratropical et les processus

337 Opur : Observatoire des polluants urbains en Île-de-France.

338 Ocapi : Optimisation des cycles carbone, azote et phosphore en ville.

339 Piren-Seine : Programme interdisciplinaire de recherche sur l'eau et l'environnement du bassin de la Seine.

340 Siaap : Service public de l'assainissement francilien (anciennement Syndicat interdépartemental de l'assainissement de l'agglomération parisienne).

341 Wasaf : Water Sources in Africa.

342 Astee : Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement.

343 Les effectifs présentés ont été mis à jour au 31 décembre 2023.

344 Iasi : interféromètre atmosphérique de sondage dans l'infrarouge.



responsables des phénomènes climatiques extrêmes. L'unité possède une expertise reconnue internationalement en matière d'observation et de modélisation des processus de la haute troposphère et de la stratosphère. Pour cela, elle accomplit des développements instrumentaux originaux et innovants. L'unité pilote le processus de mise à jour annuelle du bilan carbone mondial (Global carbon budget) et elle est impliquée dans l'estimation de l'évolution du puits de carbone océanique. L'UR développe le modèle de circulation atmosphérique LMDz et elle participe depuis 2003 au projet international CMIP du WCRP<sup>345</sup>, qui nourrit les rapports périodiques du Giec. Le LMD est internationalement reconnu pour ses recherches concernant l'atmosphère d'un large éventail de planètes et de lunes, tant dans le Système solaire qu'en dehors de celui-ci. De ces observations, il développe un modèle générique d'atmosphère planétaire adapté à des conditions très variées de climat, de composition atmosphérique ou d'éléments orbitaux. Des membres du LMD sont impliqués dans des comités d'évaluation et de pilotage internationaux (Aceo<sup>346</sup> de l'Agence spatiale européenne, WCRP, programme mondial pour le climat) et ils ont bénéficié de l'attribution de distinctions nationales (e.g. deux médailles d'argent et une médaille de cristal du CNRS, élection d'un membre à l'Académie des sciences). Durant la période d'évaluation, le LMD a bénéficié de 27 projets européens (6 en qualité de coordinateur). Quatre projets du laboratoire ont été soutenus par l'ERC. Le LMD a participé à 40 projets financés par l'ANR. Il contribue à deux EUR et ainsi qu'à deux projets soutenus par le PEPR Faircarbon. Le LMD œuvre à la compréhension et la résolution d'enjeux sociétaux majeurs. Il en découle des partenariats industriels qui sont facilités par la Satt Paris-Saclay (e.g. transfert de nouvelles technologies Lidar pour la mesure des gaz à effet de serre CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>). L'unité a une implication conséquente dans les activités du Giec et elle a contribué significativement à la rédaction du dictionnaire juridique du changement climatique. La communication de l'unité à destination du grand public est soutenue : le bilan montre une forte présence dans la presse écrite et audiovisuelle, comptabilisant depuis 2017 100 interventions associées aux problématiques liées au climat.

## ST4 Chimie

Tutelles	Unités de recherche	EC	C	PAR
		Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total		
École polytechnique ; CNRS ; IPVF ; Chimie de Paris - PSL	IPVF - Institut photovoltaïque d'Île-de-France	1 / 2	0 / 6	0 / 5
École polytechnique ; CNRS	LCM - Laboratoire de chimie moléculaire	1 / 1	0 / 10	5 / 8
École polytechnique ; CNRS ; Ensta	LSO - Laboratoire de synthèse organique	1 / 1	0 / 4	2 / 2
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>3 / 4</b>	<b>0 / 20</b>	<b>7 / 15</b>

- Créé en 2018, dans le cadre de l'Institut pour la transition énergétique du même nom, l'**IPVF** mène des recherches fondamentales sur les techniques analytiques, les procédés et les dispositifs appliqués à l'énergie photovoltaïque. Ses travaux portent sur la conception de couches minces pour les cellules solaires et, plus récemment, pour les cellules photo-électrochimiques. Cette unité mono-équipe est reconnue par la communauté internationale pour son expertise dans l'optimisation des performances de cellules solaires simples ou multi-jonctions. Au cours de la période évaluée, ses membres ont publié plus de 150 articles, principalement dans des revues internationales de référence de son domaine (Prog. Photovoltaics, Thin Solid Films, IEEE J. Photovol.). Certains articles sont parus dans des revues de grande notoriété (Nat. Energy, Nat. Commun., Adv. Funct. Mater.) et illustrent l'excellence scientifique de l'IPVF dans le secteur du photovoltaïque. L'unité s'est distinguée par le développement de cellules solaires haute performance, à base de pérovskites halogénées ou de porteurs chauds dans des structures tandem. Ses avancées en imagerie de luminescence résolue

345 Coupled model intercomparison project (CMIP) du World climate research programme (WCRP).

346 Aceo : advisory committee for Earth observation.



spectralement et temporellement (sub-nanoseconde) sont particulièrement remarquables. Cette technologie permet d'identifier et d'étudier les mécanismes physico-chimiques de dégradation des matériaux, influençant directement le rendement et la stabilité des dispositifs photovoltaïques. L'unité bénéficie également d'une expertise reconnue dans l'élaboration de matériaux complexes à propriétés contrôlées (CIGS<sup>347</sup> ou pérovskites hybrides et/ou halogénées). Son savoir-faire sur le dépôt de couches minces, en particulier par ALD<sup>1</sup>, ainsi que sur le contrôle avancé des interfaces en font un acteur clé du secteur. L'IPVF est régulièrement sollicité pour intervenir lors de congrès internationaux de renom (IEEE-PVSC<sup>348</sup>, EMRS<sup>349</sup>, MRS Boston<sup>350</sup>). Ses chercheurs ont reçu plusieurs distinctions prestigieuses, dont une médaille de bronze du CNRS et deux prix Ivan Peyches. Par ailleurs, un membre de l'unité assure la co-coordination du PEPR Tase. L'IPVF a conclu sept contrats financés par les programmes H2020 et Horizon Europe. Il a bénéficié de quatorze projets soutenus par l'ANR ainsi que de sept financements des PEPR Tase (4), Spleen (2) et Diadem (1). Les actions de valorisation et de transfert de l'unité sont parfaitement alignées avec les objectifs de l'IPVF-ITE et de ses partenaires industriels, principalement EDF et TotalEnergies. Au cours de la période d'évaluation, elle a signé cinq conventions Cifre avec ces deux entreprises. L'IPVF a également pris part à six projets de l'IPVF-ITE. Il a déposé dix-huit brevets, protégeant en particulier le design de nouvelles architectures ou des méthodes de caractérisation, appliquées au photovoltaïque. Parmi ses initiatives phares, l'unité a établi une collaboration étroite avec la spin-off SoyPV qu'elle a fondée en 2021, dans le cadre du projet Principe<sup>351</sup> soutenu par le programme Demo-Tase de l'Ademe. Ce partenariat vise à structurer une filière française consacrée aux modules photovoltaïques ultralégers, flexibles et à haut rendement, destinés au BIPV<sup>352</sup>. Le premier prototype, primé en 2023 dans le cadre des quartiers métropolitains d'innovation de Paris&Co marque une avancée significative vers l'intégration du photovoltaïque dans l'architecture urbaine. L'unité mène également trois projets de prématuration, notamment dans le secteur du photovoltaïque aéroporté et du photovoltaïque indoor. Par ailleurs, elle joue un rôle actif dans le débat public sur la question des énergies renouvelables et accompagne le développement des initiatives citoyennes en faveur de la transition énergétique. Son engagement s'est concrétisé par l'organisation de conférences-débats, la production d'un court-métrage ainsi que par la rédaction d'ouvrages de vulgarisation, destinés au grand public et aux lycéens. Parmi ses réalisations majeures figurent le guide pédagogique Solaire PV<sup>353</sup> ainsi que l'ouvrage intitulé Une Introduction à l'énergie solaire photovoltaïque (EDP Sciences).

- Les travaux de recherche du **LCM** s'articulent autour de trois axes : 1/ catalyses et activation (développement de procédés catalytiques et électrocatalytiques) ; 2/ mélanges complexes (mise au point de méthodes analytiques avancées) ; 3/ orbitales f et réactivité (étude de la chimie des lanthanides). L'unité occupe une position de premier plan à l'échelle internationale, dans le domaine de la réactivité associée aux orbitales f. Parmi ses contributions les plus marquantes, figurent les découvertes sur la chimie des lanthanides de basse valence, notamment la mise en évidence, dans le cadre du projet Lanascot<sup>354</sup> soutenu par une bourse de l'ERC, de propriétés remarquables de complexes hétérobimétalliques à valences inhabituelles. Ces derniers présentent un potentiel catalytique inédit tant pour l'isomérisation d'alcène et que pour des réactions de couplages croisés plus ambitieuses. L'unité s'est également distinguée par ses travaux relatifs à l'activation et la fonctionnalisation de petites molécules, en particulier le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), à l'aide de complexes de thulium divalent. Les recherches, sélectionnées en 2022 dans la collection hot articles de Chem. Sci., ont mis en évidence les propriétés remarquables de ces complexes en tant qu'aimants moléculaires. L'approche novatrice du LCM sur la synthèse et l'étude des propriétés des complexes organométalliques d'éléments f, a été renforcée par l'obtention, en 2022, de la bourse de l'ERC, PhiBond<sup>355</sup>. Ce projet a pour objectif d'examiner en détail la liaison phi présente dans ces composés et d'ouvrir de nouvelles perspectives d'applications pour la chimie des éléments f. La production scientifique de l'unité est globalement excellente. Elle totalise 229 publications dont plus de 20 % sont parues dans des journaux de grande notoriété (Angew. Chem. Int. Edit., J. Am. Chem. Soc., Nature, Nat. Commun., Chem. Sci., ACS Catalysis). Les succès de l'unité aux appels à projets compétitifs lui permettent de bénéficier d'un budget moyen d'environ 700 k€/an, adapté à son profil et à ses activités. À la bourse de l'ERC obtenue en 2022, s'ajoutent sept contrats soutenus par l'ANR en coordination ainsi que quatre financements du labex Charmmmat. Le positionnement de l'unité montre une orientation marquée vers la recherche académique : le développement des interactions avec le monde socio-économique occupe une place secondaire dans ses priorités. Au cours de la période, le LCM a signé un contrat de collaboration ainsi que trois conventions Cifre avec quatre partenaires industriels (Orano, EDF, Suez et ExperTox). Son implication dans l'IR Infranalytics lui a

347 CIGS : Cuivre Indium Gallium Sélénium.

348 IEEE-PVSC : Institute of electrical and electronics engineers-Photovoltaic specialists conference.

349 EMRS : European materials research society.

350 MRS : Materials research society.

351 Principe : Photovoltaïque à haut rendement industriel à Cuivre-Indium-Sélénium et pérovskite.

352 BIPV : Building integrated photovoltaics.

353 Cet ouvrage a reçu le prix Lumières Arnulf-Françon de la Société française d'optique en 2023. Il a été téléchargé plus de 10 000 fois.

354 Lanthanides as electron dimmer switch in organometallic catalysis (starting grant, Lanascot, 2017-2022).

355 Synthesis and properties of f-block organometallics : en route to the  $\phi$ -bond (PhiBond, consolidator grant, 2022-2027).

permis de nouer des relations avec des entreprises, notamment la PME suisse Spectroswiss. Le LCM joue un rôle actif dans la formation continue des entreprises, en s'appuyant sur la structure CNRS Formation Entreprises. Cet engagement, particulièrement remarquable, s'est traduit par la participation à 27 sessions de formation. Sur le volet du transfert technologique, l'unité a déposé deux brevets et mène actuellement un projet de prématuration financé par l'Institut polytechnique de Paris (hydrolumi), consacré à la production de dihydrogène à partir de déchets.

- Le laboratoire de synthèse organique (**LSO**) est une unité de taille modeste, localisée en deux sites, à l'École polytechnique et à l'Ensta. Il est organisé en deux équipes dans lesquelles les effectifs sont repartis de façon homogène : 1/ Nouvelles méthodes en synthèse organique ; 2/ Chimie synthétique et interfaces biologiques<sup>356</sup>. Les chercheurs du LSO sont reconnus comme des leaders internationaux dans les secteurs de la synthèse multicomposante, de la chimie radicalaire et de la synthèse totale. La production scientifique est excellente. Les sept membres permanents de l'unité ont publié 107 articles. Certaines de ces publications sont parues dans les revues de premier plan en chimie organique : le bilan dénombre, notamment, huit articles dans *Angew. Chem. Int. Ed.*, six dans *Chemistry-Eur. J.* et 21 dans *Org. Lett.* Parmi les réalisations les plus marquantes, deux études publiées en 2022 dans *Angew. Chem. Int. Ed.* méritent une attention particulière : l'une, sélectionnée comme hot paper, présente une approche modulaire innovante pour la synthèse d'esters cyclobutylboroniques substitués au moyen d'additions radicalaires intermoléculaires successives de xanthates ; la deuxième décrit des réactions multicomposants de type Passerini-Smiles à partir d' $\alpha$ -cétophosphonates, ouvrant de nouvelles perspectives pour engendrer de la diversité moléculaire. L'unité se distingue par sa réussite aux appels à projets nationaux : elle a obtenu sept financements de l'ANR, en coordination. Par ailleurs, elle a piloté un projet européen soutenu par le programme MSCA-IF, consacré à la synthèse des terpènes polycycliques. Grâce à cette dynamique proactive dans la réponse aux appels à projets, elle a mobilisé 2,4 M€ de ressources propres au cours de la période. Malgré des axes thématiques orientés vers la recherche fondamentale, l'activité de valorisation du LSO est très bonne. L'unité a signé une convention Cifre avec la société Bayer Crop-Science et un contrat de collaboration avec De Sangosse pour développer des biosolutions en agriculture. Elle est également partenaire d'un projet soutenu par le Cieds et financés par la DGA, visant à élaborer des traitements innovants pour les textiles en alternative aux per- et poly-fluoroalkyle. Le LSO a déposé quatre brevets internationaux et conclu huit accords de confidentialité. Il a bénéficié du soutien de la Satt Paris-Saclay pour un projet de maturation portant sur l'optimisation d'une substance naturelle herbicide d'origine végétale. Par ailleurs, les membres de l'unité s'investissent dans diffusion de la culture scientifique. Ils ont donné de nombreuses interviews dans des médias nationaux, comme France Inter (La matinale de 8h et La tête au carré) et participé à des articles dans des journaux, comme Les Échos et La Croix. L'un d'entre eux a contribué au documentaire intitulé Sa majesté des mousses, diffusé sur Arte.

---

<sup>356</sup> Les personnels du groupe synthèse organique et réactivité de l'UCP (ST5) sont intégrés dans cette équipe.

## ST5 Sciences pour l'ingénieur

Tutelles	Unités de recherche	EC	C	PAR
		Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total		
Ensta ; CEA ; CNRS ; EDF	Imsia - Institut des sciences de la mécanique et applications industrielles	9 / 9	0 / 1	5 / 21
Université Bretagne Sud ; Université de Bretagne occidentale ; CNRS ; Ensta	IRDL — Institut de recherche Henri Dupuy de Lôme	35 / 124	0 / 0	12 / 44
École polytechnique ; CNRS	Ladhyx - Laboratoire d'hydrodynamique	9 / 9	0 / 10	13 / 16
ENPC ; EDF	LHSV - Laboratoire d'hydraulique Saint-Venant	0 / 1	5 / 17	1 / 2
Ensta	LMI - Laboratoire de mécanique et ses interfaces	1 / 1	0 / 0	5 / 6
École polytechnique ; CNRS <sup>357</sup>	LMS - Laboratoire de mécanique des solides	8 / 8	0 / 14	12 / 15
École polytechnique ; CNRS	LPICM - Laboratoire de physique des interfaces et des couches minces	4 / 4	0 / 10	10 / 18
École polytechnique ; CNRS ; Observatoire de Paris-PSL ; Sorbonne Université ; Université Paris-Saclay	LPP - Laboratoire de physique des plasmas	0 / 10	0 / 23	15 / 33
ENPC ; CNRS ; Université Gustave Eiffel	Navier - Laboratoire Navier	1 / 5	25 / 44	12 / 22
Ensta <sup>358</sup>	UCP - Unité chimie et procédés	6 / 6	0 / 0	3 / 3
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>73 / 177</b>	<b>30 / 119</b>	<b>88 / 180</b>

● Créée en 2015, l'**Imsia**, a connu, au cours des deux dernières années, d'importantes évolutions, marquées par le départ d'une partie des personnels de l'Ensta pour fonder le LMI ainsi que par un retrait de la tutelle du CEA. L'unité se consacre à la mécanique des structures industrielles appliquée aux secteurs des énergies décarbonées et de la défense. Elle se concentre sur les problématiques de durabilité et de sûreté des installations et des composants soumis à des sollicitations thermomécaniques. Ces travaux concernent les phénomènes vibratoires et les interactions fluide-structure. Les activités de recherche de l'Imsia s'organisent autour de trois axes complémentaires : 1/ la durabilité des structures ; 2/ la dynamique et les vibrations ; 3/ l'étude des interactions fluide-structure. Les recherches en mécanique des solides, des fluides et des procédés se distinguent au plan national. Ces travaux ont contribué à l'estimation des facteurs d'intensité de contrainte dans les fissures courbes en mode III, ainsi qu'à la mise en œuvre d'éléments coques hybrides

<sup>357</sup> Inria n'exerce pas de tutelle sur le LMS, mais participe aux effectifs d'une équipe-projet (3 C) : mathematical and mechanical modeling with data interaction in simulations for medicine (M3Disim).

<sup>358</sup> Les données relatives aux personnels concernent exclusivement le groupe Génie des Procédés (GDP). Les membres du groupe Synthèse organique et réactivité (Sor) sont quant à eux rattachés au LSO (panel ST4), auquel ils sont intégrés pour le traitement des données.

pour la modélisation de structures minces. L'unité a également obtenu des résultats expérimentaux originaux qui portent sur l'interaction entre un cylindre et un fluide biphasique. La production scientifique est de très bon niveau : le bilan compte 264 articles, publiés dans des revues internationales référencées, (J. Mech. Phys. Solids, J. Fluid. Struct., Int. J. Plasticity), et deux ouvrages publiés par des éditeurs internationaux, dont l'un des deux (Introduction to Non-linear Mechanics) est paru chez Springer International Publishing. L'activité d'encadrement doctoral est excellente : 46 thèses ont été soutenues durant la période. L'unité a coordonné le projet européen Vrace<sup>359</sup>, soutenu par le programme MSCA-ITN-ETN et a obtenu huit financements de l'ANR. Elle a également bénéficié de vingt subventions de la DGA dans le cadre du centre interdisciplinaire d'études pour la défense et la sécurité. L'unité assure des responsabilités éditoriales dans des revues de premier plan, telles que Nonlinear Dynam., Sci. Rep-UK, Int. J. Geomech. Un de ses chercheurs s'est vu décerner le prix Onéra 2023 de l'Académie des sciences pour ses travaux sur la propagation des fissures en mécanique de la rupture fragile. L'unité a pris part à deux événements scientifiques majeurs, comme l'organisation de la 12<sup>th</sup> International conference on flow induced vibration et la tenue d'un cours au Cism<sup>360</sup> sur la réduction de modèle. L'Imisia entretient des liens étroits avec le monde socio-économique, au-delà de son partenariat historique avec son organisme de tutelle, EDF. L'unité a signé 40 contrats avec des partenaires comme PSA, Safran ou Renault. Elle est également membre du réseau thématique industriel Moana<sup>361</sup>, fondé par le CNRS et Naval Group, consacré à la modélisation et à l'optimisation vibro-hydro-acoustique des systèmes navals. Durant la période d'évaluation, l'Imisia a déposé un seul brevet, portant sur un activateur magnétique destiné à un distracteur à plaque. Son bilan inclut également le dépôt d'un logiciel et la diffusion de plusieurs codes en licence libre. L'unité est, par ailleurs, fortement engagée dans la diffusion de la culture scientifique, comme en témoignent l'organisation du deuxième challenge Sciences 2024 et la participation de ses membres à des émissions de vulgarisation télévisées telles que E=M6.

### L'institut de recherche Henri Dupuy de Lôme a été évalué lors de la vague B (2020-2021)<sup>362</sup>.

- Au moment de son évaluation en 2021, l'IRDL est une UMR de création récente (2016) et multi-site (Brest, Lorient, Pontivy et Vannes) qui, en nombre de personnels, est la plus importante structure de recherche du sous-domaine ST5 de la région Bretagne. Ses thématiques de recherche concernent la science des matériaux et des polymères, l'ingénierie mécanique, l'énergétique et l'ingénierie marine. Selon le comité d'experts, la caractérisation rapide des propriétés de fatigue par mesures thermométriques est une expertise rare dans le paysage international en matière de comportement et de durabilité des matériaux. Par ailleurs, le rapport d'évaluation souligne le positionnement au meilleur niveau national de certaines thématiques comme les méthodes numériques développées pour l'interaction fluide-structure, la conception de nouveaux éco-composites et de systèmes nano-composites stimulables, les approches multi-échelles de l'endommagement sous sollicitations dynamiques ainsi que la mise en forme des matériaux. Ces travaux ont été financés par de nombreux contrats. Le bilan de la période évaluée dénombre cinq projets européens soutenus par les programmes Interreg (3 dont 1 en coordination) et H2020 (2). L'unité a également bénéficié de treize contrats nationaux soutenus par l'ANR (dont 3 en tant que porteur), huit financements de l'Ademe ainsi que de trois projets soutenus par l'Institut Carnot et six par l'IRT Jules Verne. La production scientifique de l'IRDL est très bonne : l'unité publie ses travaux dans des revues de référence pour ses thématiques (Mech. Mater., Int. J. Solids Struct., Compos. Part A & B, Compos. Sci. Technol., Int. J. Fatigue). Le comité a cependant noté quelques hétérogénéités sur le volume de publications, entre certains pôles thématiques de recherche qui structurent l'unité : les deux pôles Composites, nanocomposites et biocomposites et Systèmes énergétiques et procédés thermiques, sont les plus productifs ; les pôles Assemblage multi-matériaux et Structures, fluides et interactions, sont, quant à eux, en retrait. Le bilan de l'unité dénombre également dix organisations de congrès internationaux et 26 invitations à des congrès à l'étranger. Malgré le nombre important de post-doctorants (125) et de chercheurs étrangers (43) accueillis durant la période évaluée (2015-2020), le rayonnement international de l'unité restait perfectible, notamment sur la thématique de la mer. L'IRDL a une excellente interaction avec le tissu socio-économique régional et national. Cette dynamique s'est concrétisée durant la période évaluée par la création du laboratoire commun Gustave Zédé avec Naval Group ou encore celle d'une chaire industrielle ANR-Safran-Naval Group « Self-Heating ». L'unité a également conclu vingt contrats de R&D avec des industriels (Naval Group, PSA, Stellantis, Arcelor Mittal, Renault, Valeo, Safran) et 79 conventions Cifre. L'unité a par ailleurs consolidé sa position dans la région, en assurant une bonne visibilité dans les métiers de la mécanique et de l'énergétique : elle a tissé diverses collaborations à travers les plates-formes technologiques Prodiabio dans le secteur de l'agro-alimentaire à Pontivy et Compositic en fabrication des composites. Le comité d'experts a estimé que le projet stratégique présenté par l'IRDL, dans la continuité des recherches accomplies, était bien structuré et réalisable dans le contexte national et international de l'époque. Il a invité l'unité à renforcer sa visibilité internationale avec, par exemple, l'organisation de congrès internationaux.

359 Vrace : Virtual reality audio for cyber environments (2019-23).

360 Cism : International centre for mechanical sciences (Italie).

361 Moana : Modélisation et optimisation vibro-hydro-acoustique des systèmes navals.

362 Les effectifs présentés ont été mis à jour au 1<sup>er</sup> novembre 2025.

- Initialement centré sur les instabilités hydrodynamiques et la transition à la turbulence, le **Ladhyx** a élargi son champ d'expertise vers neuf domaines qui dépassent largement le cadre traditionnel de la dynamique des fluides : 1/ les instabilités hydrodynamiques et la transition ; 2/ les interactions fluide-structure à petite échelle (micro-hydrodynamique) ; 3/ les interactions fluide-structure à grande échelle ; 4/ les écoulements multiphasiques ; 5/ la biomécanique et la bio-ingénierie ; 6/ la morphogenèse végétale ; 7/ la physique du sport ; 8/ l'éconophysique ; 9/ les arts, les sciences et les citoyens. L'unité s'appuie, pour ses activités expérimentales, sur plusieurs plateformes, consacrées notamment à la micro-fabrication, à la biomécanique cellulaire et à la culture des plantes. Les travaux du Ladhyx bénéficient d'une forte visibilité internationale, certains atteignant le plus haut niveau mondial. Parmi ces contributions remarquables, figurent les études expérimentales en microfluidique sur l'interaction entre cellules T et organoïdes cancéreux, distinguées par le prix Jaffé de l'Académie des sciences, ainsi que les recherches théoriques et numériques sur l'auto-propulsion des gouttes actives en milieu confiné, récompensées par le prix François Frenkiel de l'American physical society. La production scientifique de l'unité est exceptionnellement riche : le bilan dénombre 310 articles publiés dans des revues d'excellente qualité, ciblant les journaux de référence des principaux secteurs de recherche de l'unité (J. Fluid Mech, J. Fluids Struct., Langmuir, Biophys. J., J. Exp. Bot., Nature Phys.). Plusieurs chercheurs ont été distingués par des reconnaissances prestigieuses. Parmi eux, une chercheuse a obtenu une bourse consolidator de l'ERC<sup>363</sup> pour financer ses recherches des comportements et propriétés spécifiques des textiles non tissés humides. L'unité compte également un membre de l'Académie des sciences et affiche à son palmarès un nombre important de récompenses, incluant un prix en mécanique des fluides d'Euromech<sup>364</sup>, une élection comme fellow d'Euromech et un prix L'Oréal/Unesco pour les femmes et la science. Le Ladhyx est fortement impliqué dans la communauté internationale : il assure, notamment, des responsabilités éditoriales pour des journaux de premier plan, tels que J. Fluids Struct. Il joue également un rôle actif dans l'organisation de colloques et d'écoles thématiques, parmi lesquelles figure l'école d'été FDSE<sup>365</sup>, coorganisée, depuis plus de dix ans, en collaboration avec l'université de Cambridge (Royaume-Uni). L'unité est attractive pour les jeunes chercheurs, comme en témoignent les trois chercheurs du CNRS, les 45 doctorants et les quinze postdoctorants accueillis durant la période. Le niveau de financement de l'unité sur ressources propres est excellent compte tenu de sa taille. Elle a, en particulier, obtenu treize financements de l'ANR. Les interactions du Ladhyx avec la société sont très dynamiques. La plupart des thématiques de recherche ont des liens étroits avec le monde socio-économique. L'unité coordonne trois chaires financées par Axa<sup>366</sup>, Capital Fund Management<sup>367</sup> et Saint Gobain<sup>368</sup>. Elle a conclu une quarantaine de contrats de collaboration avec des industriels (Saint Gobain), des Epic<sup>369</sup> (CEA, Onéra) et des associations sportives (club de rugby du Racing 92). Huit conventions Cifre ont également été conclues durant la période. Deux start-up ont été créées : Okomera est spécialisée dans le développement des protocoles d'immunothérapie personnalisés ; Phyling conçoit des capteurs de mesure pour différentes disciplines sportives. L'unité a déposé trois brevets, dont un sur le tri passif de fibres en écoulement. Par ailleurs, elle joue un rôle actif dans le renforcement des liens entre la science et la société. Par l'intermédiaire de son programme arts, sciences et citoyens, soutenu par une chaire qui lui est consacrée<sup>370</sup>, l'unité mène de nombreuses actions originales visant à diffuser la science et la démarche scientifique sous des formes variées. Elle a créé de nouveaux formats de rencontre avec le public, tels que l'évènement En vert et contre tout, qui intègre ateliers et performances artistiques. Par ailleurs, la thématique physique du sport a donné lieu à de nombreuses initiatives destinées au grand public, notamment plusieurs interventions dans des émissions de radio (France Inter, France Culture) et la publication d'un ouvrage de vulgarisation aux éditions Albin Michel.

- Le **LHSV** concentre ses recherches sur la compréhension et la modélisation des dynamiques aquatiques et environnementales, en lien avec les milieux naturels. Son activité est structurée autour de deux axes : 1/ l'hydrodynamique en milieu naturel, centrée sur les écoulements à surface libre ; 2/ l'étude des environnements aquatiques, axée sur les interactions multiphysiques dans l'eau. L'unité bénéficie d'un accès privilégié aux équipements exceptionnels d'EDF, notamment la plateforme expérimentale du LNHE, dotée de canaux hydrauliques de grande dimension. Elle accède également aux supercalculateurs d'EDF, qui lui offrent une capacité de calcul intensif, essentielle pour ses recherches. Le LHSV est membre de l'ITE France énergies marines<sup>371</sup>. Ses recherches, excellentes, reposent sur une synergie étroite entre mesures expérimentales et numériques. L'unité a réalisé des avancées majeures dans la compréhension des interactions houle/mer du vent, en combinant des expérimentations dans un canal à houle et des modélisations numériques à partir du code Tomawac intégré dans la suite logicielle OpenTelemac. Ce code intègre les développements du LHSV sur

363 Elasticity, capillarity and imbibition in textiles (consolidator grant).

364 Euromech : European mechanics society.

365 FDSE : fluid dynamics of sustainability and the environment.

366 Cardiovascular cellular engineering.

367 Éconophysique et systèmes complexes.

368 Procédés et matériaux innovants.

369 Epic : Établissement public à caractère industriel et commercial.

370 La chaire Arts & sciences était soutenue par l'École polytechnique, l'École des arts décoratifs-Paris PSL et la fondation Daniel et Nina Carasso, (2017-2023).

371 L'ITE France énergies marines est un Institut pour la transition énergétique consacré à l'éolien en mer.



la modélisation spectrale des états de mer (codes de 3<sup>e</sup> génération), largement adoptés par la communauté internationale. La participation active du LHSV au consortium OpenTelemac illustre son engagement dans le développement de logiciels open source. La simulation numérique des interactions non linéaires entre vagues à quatre ondes, fondée sur les modèles théoriques de Hasselmann et Zakharov, est particulièrement reconnue : la méthode GQM<sup>372</sup> développée par l'unité a récemment été reprise et intégrée dans le code WaveWatchIII, un concurrent de Tomawac. Par ailleurs, le développement et l'utilisation du dispositif Scaf (système de caractérisation des agrégats et flocs) ont grandement contribué à enrichir les connaissances sur les mécanismes de dépôt des sédiments dans les réservoirs et les rivières. La production scientifique de l'unité est particulièrement dense ; le bilan dénombre 146 articles, soit une moyenne de plus de 2,3 ACL par ETP et par an. Ils sont régulièrement publiés dans des revues de référence, telles que *Coast. Eng.*, *Water-Sui* et *Ocean Eng.* Plusieurs jeunes chercheurs du LHSV ont vu leur travail reconnu par des distinctions prestigieuses, parmi lesquelles figurent le prix Paul Caseau, décerné par l'Académie des technologies, ainsi que des récompenses internationales telles que le prix Libersky et le JF Kennedy Best Student Paper Award. Selon le classement de Stanford, un chercheur de l'unité figurait en 2021 parmi les 2 % des plus influents dans sa discipline à l'échelle mondiale, grâce à ses contributions en ingénierie environnementale. L'unité s'implique dans l'organisation de conférences, comme la conférence biannuelle internationale Simhydro<sup>373</sup>. Elle participe au projet Hiperwind<sup>374</sup>, financé par le programme H2020, qui vise à réduire les incertitudes tout au long du cycle de vie d'un parc éolien offshore. Par ailleurs, le LHSV a obtenu trois financements de l'ANR durant la période, dont un dans le cadre du programme franco-canadien ANR-CRSNG<sup>375</sup>, axé sur les effets indirects de l'activité maritimo-portuaire<sup>376</sup>. La majorité des travaux menés par l'unité répond aux défis industriels liés à la gestion durable des ressources en eau et à la production d'énergie renouvelable en haute mer. L'unité contribue à la mise en œuvre de projets industriels en proposant des solutions techniques adaptées aux contraintes spécifiques de chaque site, que ce soit en milieu marin ou sur des barrages. Ces travaux ont notamment permis d'optimiser les caractéristiques des flotteurs afin de renforcer la résistance des éoliennes aux conditions marines extrêmes. Par ailleurs, le LHSV a joué un rôle déterminant dans le programme Sport et sciences, soutenant la préparation des jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024, en apportant son expertise pour accompagner les athlètes français lors des compétitions de nage en eau libre.

- Créé en 2023, le **LMI** regroupe une partie des personnels de l'Ensta qui ont quitté l'Imsia lors de sa restructuration. Les activités des deux unités restent, du moins en partie, très liées. Le LMI et l'Imsia partagent la gestion du parc expérimental qui est doté, notamment, d'une instrumentation de haut niveau en vélocimétrie optique, en analyse des ondes et des vibrations ainsi qu'en caractérisation des matériaux et des structures. L'Ensta n'a pas alloué de dotation propre à l'unité qui partage celle de l'Imsia. Les neuf enseignants-chercheurs de l'unité travaillent individuellement ou en petits groupes se consacrent à divers projets, abordant des thématiques telles que l'aérodynamique externe, la turbulence et les instabilités, les interactions fluide-structure, la mécanique des matériaux, les couplages multiphysiques et multi-échelles ainsi que la mécanique du vivant. Le LMI est une unité visible au niveau national. L'un de ses chercheurs a été récompensé par le prix Jean Mandelen en 2021. L'unité a réalisé d'importantes avancées notamment sur la modélisation des couplages thermomécaniques dans les alliages à mémoire de forme. Elle a également obtenu des résultats originaux dans l'étude des métamatériaux pour les ondes sismiques ou dans la modélisation du couplage fluide-structure appliqué au contrôle-commande des dirigeables souples en vol. Les membres du LMI affichent une très bonne production scientifique, publiée dans des revues internationales de premier plan couvrant leurs différents domaines de compétences (*J. Mech. Phys. Solids*, *J. Fluid Mech.*, *J. Sound Vib.*). Depuis sa création, l'unité a pu bénéficier de deux projets financés par l'AID et a obtenu un financement du programme Astrid de l'ANR, consacré aux mesures d'écoulement à haute résolution. Son activité d'encadrement, concrétisée par dix-huit thèses soutenues durant la période, est très bonne. Les interactions du LMI avec le tissu socio-économique se caractérisent par la diversité de ses partenariats industriels : l'unité a conclu des conventions Cifre avec Stellantis, Renault, Safran, Andritz et Thales ; elle collabore régulièrement avec l'Onéra, notamment sur le projet 4D-Fluide<sup>377</sup> financé par le programme Sésame de la région Île-de-France. L'unité a également à son actif deux dépôts de brevets réalisés dans le cadre de partenariats industriels, notamment dans le domaine biomédical. Par ailleurs, elle a bénéficié du soutien de la Satt Paris-Saclay et de l'Institut polytechnique de Paris pour des projets de maturation portant sur des matériaux actifs et un distracteur à activation magnétique.

- Le **LMS** est une unité de recherche mono-disciplinaire et mono-équipe, spécialisée en mécanique du solide et en biomécanique. Ses activités de recherche s'articulent autour de quatre axes thématiques : 1/ expérimentation et fabrication ; 2/ matériaux et microstructures ; 3/ structures et calcul ; 4/

372 GQM : gaussian quadrature method.

373 Simhydro : simulation hydraulique.

374 Hiperwind : Highly advanced probabilistic design and enhanced reliability methods for high-value, cost-efficient offshore.

375 CRSNG : Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie.

376 Emphase : effets indirects de l'activité maritimo-portuaire : hydrodynamique appliquée au transport sédimentaire et à l'environnement.

377 Ce projet de métrologie a trait à l'observation de phénomènes à petite échelle communs à tous les écoulements turbulents.



biomécanique, mécanique du vivant. Le LMS occupe une position originale au niveau international, dans le secteur de la mécanique des solides et des tissus vivants. Son excellence repose sur le développement d'approches théoriques et expérimentales avancées, renforcées par une complémentarité remarquable entre essais et simulation numérique. Parmi ses résultats majeurs, la communauté scientifique souligne le développement des élastomères magnéto-rhéologiques actifs, dans le cadre du projet Magneto<sup>378</sup>, financé par l'ERC. Ces matériaux possèdent des propriétés rhéologiques modulables sous l'effet d'un champ magnétique. Cette caractéristique permet de contrôler précisément leur comportement en régime post-instabilité, ouvrant de nouvelles perspectives en ingénierie des matériaux intelligents. L'unité a également mis au point des techniques d'observation in situ innovantes, améliorant significativement la compréhension des phénomènes physiques en jeu. À titre d'exemple, dans le projet Gamma<sup>379</sup>, un laser a été intégré dans un microscope électronique à balayage, permettant un suivi précis des phases au cours du procédé de fabrication additive. La visualisation sous microscope confocal de l'évolution de la structure du collagène dans un tissu vivant, développée au sein de l'équipe-projet M3Disim, constitue également une avancée majeure pour l'étude des processus biomécaniques. La production scientifique du LMS (3,4 ACL/ETP/an) est d'un excellent niveau. Les articles ont été publiés en grande partie dans les meilleures revues de la discipline, telles que J. Mech. Phys. Solids, Int. J. Fatigue, Biomech. Model. Mechan., Mech. Mater. Toutefois, 25 % des chercheurs et enseignants-chercheurs environ contribuent de manière très limitée à cette production scientifique. L'unité joue un rôle actif dans l'animation de la communauté scientifique internationale. Ses membres exercent des responsabilités éditoriales de premier plan, notamment en tant qu'éditeur du J. Mech. Phys. Solids, et en tant que participants à des comités éditoriaux de revues de référence telles que Eur. J. Mech. A-Solids, Int. J. Solids Struct. La qualité de leurs travaux a été récompensée par plusieurs prix prestigieux, parmi lesquels figurent deux prix Jean Mandel et un prix Plumey de l'Académie des sciences. L'unité bénéficie d'une forte attractivité, qui se reflète dans la qualité du recrutement des jeunes chercheurs. Parmi eux, un maître de conférences, recruté durant la période, a été lauréat d'une bourse de l'ERC (Gamma). Les doctorants sont majoritairement issus des meilleures formations, aussi bien en France (Ensta, Isae-Supaéro<sup>380</sup>) qu'à l'international (Caltech, Politecnico di Milano). L'unité affiche une réussite exemplaire en matière d'appels à projets compétitifs. Elle a conclu cinq contrats européens durant la période, dont deux financés par l'ERC (Gamma, Magnetosense<sup>381</sup>). Elle a également obtenu dix-huit financements de l'ANR. L'unité a développé des partenariats très riches avec le monde socio-économique. Elle est impliquée dans deux chaires de recherche : la chaire André Citroën, en partenariat avec le LPICM (ST5) et Stellantis, porte sur la modélisation mécanique et multiphysique ; la seconde chaire<sup>382</sup>, menée en collaboration avec le Cmap (ST1) et Arkéma, se consacre au développement de nouveaux matériaux. Durant la période, le LMS a signé 55 contrats et 21 conventions Cifre avec des partenaires comme la DGA, l'Andra, Michelin et Arianegroup, pour un montant total dépassant 4,5 M€. L'unité s'illustre également par un fort investissement dans le transfert technologique : sept brevets ont été déposés ou sont en cours de dépôt ; cinq projets de pré-maturation ou maturation ont été soutenus par la Satt Paris-Saclay. Les initiatives de l'unité en matière de médiation scientifique se limitent à trois participations à des forums grand public.

- Les recherches du **LPICM** combinent l'élaboration de matériaux de faible dimension, en particulier les semi-conducteurs, avec le développement de méthodes optiques originales pour la caractérisation in-situ. L'unité est organisée en trois pôles : 1/ Procédés et matériaux ; 2/ Techniques de caractérisation et modélisation ; 3/ Systèmes, instruments et dispositifs. Elle participe à quatre centres interdisciplinaires de l'Institut polytechnique de Paris : E4C, E4H, M4S et Cieds. Elle est membre de la fédération de recherche photovoltaïque (FedPV) et de l'EUR Plasma Science. Le LPICM se distingue par des avancées scientifiques de niveau international. Il a également à son actif quelques premières mondiales. Grâce à son expertise en instrumentation haute performance, l'unité a conçu un microscope polarimétrique offrant une résolution spatiale de 10 µm et un polarimètre spectroscopique à large spectre et à forte résolution spectrale (2 cm<sup>-1</sup>), qu'elle a ensuite transférés au synchrotron Soleil. Elle excelle également dans le développement de la polarimétrie de Mueller. En collaboration avec l'hôpital universitaire de Berne, elle a montré le potentiel de cette technique pour la détection de tumeurs du cerveau lors d'interventions neurochirurgicales. Ces recherches menées dans le cadre du projet Horao, financé par la Swiss national science foundation, constituent une avancée majeure à l'échelle mondiale. En sciences des matériaux, le LPICM bénéficie d'une reconnaissance internationale pour ses travaux sur l'élaboration de cellules photovoltaïques par plasma incluant les cellules tandem silicium, les matériaux III-V et le germanium. Ses recherches sur les matériaux 2D ont abouti à la fabrication de capteurs de gaz présentant une sensibilité inégalée sur une gamme de détection de neuf décades. Par ailleurs, l'unité a réalisé une première mondiale en fabriquant des mini-modules solaires à

378 Active magnetorheological elastomers: from hierarchical composite materials to tailored Instabilities (Magneto, starting grant de l'ERC, 2015-2021).

379 Harnessing solid-state thermal cycling to guide microstructure evolution of additively manufactured metallic alloys (Gamma, starting grant de l'ERC, 2021-2026).

380 Isae-Supaéro : Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace – Supaéro.

381 Haptic sensing skin for biomedical applications with soft magnetorheological elastomers (Magnetosense, proof of concept).

382 Design and modeling of innovative materials.

base de cellules à nanofils de silicium, en partenariat avec l'entreprise Solems. La production scientifique est excellente. Le LPICM a publié 334 articles (3,8 ACL/ETP/an en moyenne) dans les meilleurs journaux de ses secteurs de recherche (Phys. Rev. B, Nat. Photonics, Phys. Plasmas, Prog. Photovoltaics). Le succès de l'unité aux appels à projets compétitifs est excellent. L'un de ses chercheurs a été lauréat d'une bourse starting grant de l'ERC<sup>383</sup> qui a financé ses travaux autour de la spectroscopie Raman des liquides, exaltée par une pointe. L'unité assure la coordination du projet Bayflex<sup>384</sup>, financé par le programme Horizon-ERC. Elle a également obtenu 27 financements de l'ANR. Plusieurs membres de l'unité ont été distingués par des prix internationaux prestigieux tels que le Spie<sup>385</sup> G.G. Stokes award in optical polarization, le prix de la European optical society ou le prix horizon John Jeyes award décerné par la RSC<sup>386</sup>. Le LPICM attire de nombreux chercheurs étrangers (Allemagne, Royaume Uni, États-Unis), qui représentent environ la moitié de son effectif. L'unité développe des partenariats avec un nombre limité de grands groupes industriels (Thales, PSA/Stellantis, Horiba Jobin Yvon). Elle accueille la chaire industrielle Pistol qui est co-financée par TotalEnergies et l'ANR et qui réalise des travaux sur les procédés plasma à bas coût pour l'industrie des semi-conducteurs. Le LPICM collabore également avec des start-up tournées vers des applications biomédicales, incubées au sein du Drahi-X Novation Center. À titre d'exemple, Omini, fondée par l'une de ses anciennes doctorantes, développe des capteurs destinés à la détection des marqueurs du cancer dans le sang. Par ailleurs, au-delà du projet Horao, le laboratoire valorise ses recherches sur la polarimétrie de Mueller à travers plusieurs collaborations avec des institutions médicales. Il travaille avec l'hôpital du Kremlin-Bicêtre sur la détection des naissances prématurées et avec l'institut mutualiste Montsouris sur le dépistage des cancers internes. L'unité mobilise son expertise sur le photovoltaïque, à travers plusieurs actions : elle représente la France sur cette thématique au sein du Set plan<sup>387</sup> et a publié un ouvrage à destination du grand public sur l'énergie solaire photovoltaïque.

- Le **LPP** se consacre à l'étude des plasmas. L'unité est organisée autour de trois équipes qui couvrent trois domaines complémentaires : 1/ l'équipe des plasmas de fusion étudie les processus turbulents et non linéaires fondamentaux dans les plasmas magnétisés, en combinant théorie, expérimentations et simulations numériques ; 2/ l'équipe des plasmas froids mène des recherches expérimentales, théoriques et de modélisation numérique, ces travaux donnant lieu à des applications liées à des enjeux sociétaux comme la valorisation du CO<sub>2</sub> et la propulsion électrique ; 3/ l'équipe des plasmas spatiaux étudie la turbulence, la reconnexion magnétique et l'accélération des particules dans des environnements astrophysiques variés, notamment les magnétosphères terrestres et planétaires, le soleil et le vent solaire. Elle contribue également au développement d'instruments pour des missions spatiales internationales. Deux axes transversaux viennent enrichir cette structuration : turbulences et plasmas numériques. L'unité mène des recherches de niveau international dans le domaine des plasmas de fusion. Elle contribue aux mesures réalisées sur les grands tokamaks européens (TCV<sup>388</sup>, Asdex upgrade<sup>389</sup>, West<sup>390</sup>). Les travaux consacrés aux plasma froids et aux plasma spatiaux ont acquis une notoriété mondiale. L'unité développe des modèles décrivant les processus fondamentaux physico-chimiques des plasmas froids. Elle excelle dans la conception d'instruments uniques pour des missions spatiales internationales majeures, telles que Solar Orbiter<sup>391</sup>, Juice et BepiColombo<sup>392</sup>, ainsi que pour des missions en cours, comme Smile<sup>393</sup> et HelioSwarm<sup>394</sup>. Elle peut se prévaloir d'avancées scientifiques majeures, notamment celle qui porte sur l'étude des mécanismes de mise en rotation spontanée des plasmas de fusion, ainsi celle qui concerne la valorisation du dioxyde de carbone par plasma, adossée à des recherches fondamentales en cinétique vibrationnelle. Par ailleurs, le LPP a réalisé des mesures 3D des fluctuations magnétiques dans la magnétosphère de Jupiter, dans le cadre de la mission Juice. La production scientifique est excellente. Le bilan fait état de 610 articles, soit plus de 3 ACL/an/ETP. Les chercheurs publient dans les meilleurs journaux de leurs disciplines (Nucl. Fusion, J. Geophys. Res-Space) ainsi que dans des journaux de grande notoriété (Phys. Rev. Lett., Space Sci. Rev., Nature). Le LPP a co-signé des publications avec des chercheurs originaires de 45 pays, principalement en Europe, en Amérique du Nord et en Asie. Plusieurs membres du LPP ont été distingués par des prix prestigieux parmi lesquels figurent deux nominations à l'IUF, une médaille d'argent du CNRS, un prix Helmholtz, un prix de l'American vacuum society, un prix Nishizawa de l'IEEE<sup>395</sup>. À ce bilan remarquable s'ajoutent le prix du meilleur article publié en 2023 dans le journal Solar Physics et des récompenses collectives, comme le Group achievement award décerné par la Royal astronomical society. Durant la période, l'unité a

383 Pipet based scanning probe microscopy tip-enhanced Raman spectroscopy : a novel approach for Ters in liquids (Aquaraman, starting grant).

384 Bayflex : Bayesian inference with flexible electronics for biomedical applications.

385 Spie : international society for optics and photonics.

386 RSC : Royal society of chemistry (division de l'environnement, du développement durable et de l'énergie).

387 Set plan : Strategic energy technology plan (lancé par l'Union européenne).

388 TCV : Tokamak à configuration variable (École polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse).

389 Asdex : Axially symmetric divertor experiment (Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Allemagne).

390 West : W environment in steady-state tokamak (Centre nucléaire du CEA à Cadarache, France).

391 Solar Orbiter : Satellite d'observation du soleil.

392 BepiColombo : exploration de la planète Mercure.

393 Smile : Solar wind magnetosphere ionosphere link explorer.

394 HelioSwarm : étude des dynamiques complexes du plasma dans l'héliosphère.

395 IEEE : institute of electrical and electronics engineers.

conclu cinq contrats européens financés par les programmes H2020 et Horizon Europe. En particulier, elle coordonne le projet Pioneer<sup>396</sup> sur la valorisation du dioxyde de carbone par couplage plasma/catalyseur, soutenu par l'action MSCA-ITN. Par ailleurs, le LPP coordonne l'école universitaire de recherche PlasmaScience. Il a également bénéficié de six financements de l'ANR. L'attractivité de l'unité est excellente : durant la période, elle a accueilli trois jeunes chercheurs recrutés par le CNRS ainsi que quatre chercheurs et astronomes confirmés, en mobilité. Elle affiche un taux de recrutement de doctorants étrangers qui atteint 44 %. Les interactions du LPP avec le monde non-académique sont très bonnes. Elles se caractérisent par la signature de contrats avec des agences spatiales (Cnes, Esa, Nasa<sup>397</sup>, Jaxa<sup>398</sup>) et des grands groupes industriels. Ces partenariats incluent, à titre d'exemple, Thales pour le développement d'instrumentation destinée aux missions spatiales et Applied Materials pour les plasmas basse pression. L'unité a renforcé sa collaboration avec Safran en créant un laboratoire commun consacré à la propulsion spatiale (Comhet). Le LPP a créé deux start-up, Auxoway et Plasana Medical, dans les domaines du désherbage par plasma et du biomédical. Par ailleurs, un contrat de prématuration sur la valorisation du dioxyde de carbone est soutenu par la Satt Paris-Saclay.

● L'unité **Navier**, structurée en quatre équipes, décline ses thématiques scientifiques en : 1/ recherches amont, avec comme composantes : i) couplages multiphysiques ; ii) approches multi-échelles, systèmes modèles, géométrie constructive ; 2/ recherches finalisées qui portent sur : i) géomécanique et énergie ; ii) résilience et durabilité des ouvrages ; iii) matériaux et systèmes constructifs durables. Navier est situé à Champs-sur-Marne dans les bâtiments Carnot et Coriolis de l'ENPC et dans le bâtiment Bienvenue de l'université Gustave Eiffel. Ces bâtiments sont géographiquement très proches, Coriolis étant le plus récent. Le bâtiment Alexandra David-Néel de l'université Gustave Eiffel, situé un peu plus loin, héberge un équipement phare de l'unité, l'appareil d'imagerie par résonance magnétique (IRM). Navier est une unité de recherche qui a un positionnement unique au sein du paysage national, voire européen, avec une forte reconnaissance internationale dans un périmètre d'activités couvrant largement le champ du génie civil, de la mécanique et physique des matériaux poreux (e.g. matériaux cimentaires, géomatériaux, matériaux bio-sourcés). En lien avec des préoccupations actuelles en matière de développement durable, l'unité se positionne comme un acteur majeur pour les bétons bas carbonés, les approches constructives nouvelles et le stockage de déchets. Parmi plusieurs faits marquants au cours de la période évaluée, on notera des travaux innovants sur la diffusion dans les milieux poreux, en particulier le bois, qui ont conduit à l'obtention d'un projet soutenu par l'ERC, d'un projet par l'ANR PRME (commun à 3 équipes). Cette période a également vu la mise en place d'une plateforme d'impression 3D. La production scientifique de l'unité est de très grande qualité dans les meilleurs journaux de ses domaines de recherche (Nature Materials, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Automation in Construction). Cette activité est confortée par le fait que près de la moitié des publications implique au moins un co-auteur à l'international. Sur un plan quantitatif, l'unité a produit 319 articles, soit 3,2 ACL/ETP/an, ce qui est remarquable, avec une bonne homogénéité. L'unité Navier a, sur le plan international, de réels succès (dont 1 projet ERC Advanced Grant sur l'imprégnation et le séchage du bois, 4 financements européens tous très compétitifs), sans oublier la réussite à une trentaine d'appels à projets de l'ANR. Bon nombre d'équipements dont dispose l'unité sont remarquables, dont ceux d'imagerie (IRM/RMN) et de microtomographie aux rayons X qui permettent des expérimentations in-situ ainsi que des analyses microstructurales microtomographe. On mentionnera aussi le succès de deux projets Sésame qui ont permis le développement d'une table vibrante pour des applications géotechniques et l'acquisition de pinces optiques pour l'étude des interactions entre particules colloïdales. Plusieurs chercheurs exercent des responsabilités éditoriales dans des journaux scientifiques majeurs (Rock Mechanics and Rock Engineering). Des chercheurs ont reçu des prix prestigieux tels que le Science Achievement Award, l'InterPore Medal for Porous Media Research, le Prix Jean Mandel, l'Euromech Young Scientist Prize et le Prix Paul Germain. L'unité a organisé et accueilli des conférences telles que les 9<sup>e</sup> Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur (2018), Physics of Drying (2018), 9<sup>th</sup> International Conference on FRP Composites in Civil Engineering (2019), Advances in Architectural Geometry conference (2020-21). Des chercheurs de l'unité sont impliqués dans l'animation et le pilotage des GDR MePhy sur la mécanique et la Physique des Systèmes Complexes et la fabrication numérique, MFA sur la Micropesanteur Fondamentale et Appliquée, Hydrates sur les hydrates de gaz, et Ex-Modeli sur les systèmes dynamiques non linéaires. Navier a développé des liens pérennes sur le long terme avec des agences nationales telles que l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (Ondraf) et avec des acteurs majeurs du monde industriel (EDF, TotalÉnergies, Saint Gobain, Eurotunnel, Sanef). L'unité a obtenu 30 dispositifs Cifre en partenariat avec des entreprises (EDF, SNCF, Vinci) et des bureaux d'études (Tractebel, Setec). En lien avec ces partenariats, l'unité porte quatre chaires d'enseignement et de recherche<sup>399</sup>. Des produits (e.g. prototypes, expertises à destination du monde de la construction, normalisation) sont développés à destination du monde socio-économique. La quinzaine de brevets portés par Navier est un signe de sa grande vitalité. L'unité a développé durant la période

396 Pioneer : plasma catalysis for CO2 recycling.

397 Nasa : National aeronautics and space administration.

398 Jaxa : Japan aerospace exploration agency.

399 Sciences pour le transport ferroviaire (Getlink) ; Maintenance des structures d'ouvrages d'art (Sanef-Abertis) ; Lab recherche environnement (Vinci) ; Durabilité des matériaux et des structures pour l'énergie (EDF).

quelques actions (plutôt portées par les équipes) en direction du monde culturel et/ou du grand public, telles que des publications de vulgarisation dans des revues techniques et professionnelles grand public (revue *Transitions*), des interventions dans les médias, des participations à la Fête de la Science, et accueil des Cordées de la réussite.

● **UCP** est une unité structurée en deux groupes : 1/ synthèse organique et réactivité (Sor) rattaché au LSO (ST4)<sup>400</sup> ; 2/ génie des procédés (GDP). Le présent synopsis porte exclusivement sur les activités du GDP. Le GDP intègre également des expertises complémentaires en chimie physique. Ses recherches, à la fois fondamentales et appliquées, se concentrent sur les secteurs de l'énergie et de la défense. Chacune des six thématiques abordées<sup>401</sup>, souvent développées en parallèle, repose généralement sur le travail d'un seul enseignant-chercheur. L'ensemble des membres du groupe contribue à une production scientifique abondante et de grande qualité. Le bilan des publications s'établit à 1,8 ACL/EC/an, en moyenne. Les articles sont publiés dans des revues internationales de premier plan (*Combust. Flame*, *Chem. Eng. Sci.*, *J. Phy. Chem. A*). Le groupe a une très bonne visibilité nationale pour ses travaux sur la thermodynamique, sur la combustion et sur le stockage et la séparation de gaz. Il a réalisé des avancées méthodologiques sur la prédiction de grandeurs physico-chimiques ou sur le développement d'équations d'états. Il a également amélioré la synthèse des nanothermites, en étudiant leur réactivité. Le GDP est membre de réseaux nationaux comme l'institut Carnot Mines ou le GDR Hydrates de gaz. Grâce à des succès notables aux appels à projet nationaux, le groupe a bénéficié de six financements de l'ANR (766 k€), dont quatre en qualité de porteur. Il a obtenu sept projets, soutenus par l'Institut polytechnique de Paris (895 k€). Il n'a, toutefois, obtenu aucun financement européen. Ses collaborations internationales sont réduites : huit articles seulement sont cosignés avec des chercheurs étrangers (Russie, États-Unis, Allemagne). Le GDP a développé des partenariats avec des Epic (CEA, Ifpen, Onéra) et des entreprises (Geolith, EDF) dans les secteurs de l'énergie, des matériaux et de la transition énergétique. Le groupe a encadré six thèses, en collaboration avec ces acteurs. À titre d'exemple, deux convention Cifre ont été signées, une avec la société Geolith pour des travaux sur la synthèse de nanomatériaux pour la captation du lithium, et une autre avec le CEA pour des recherches sur les matériaux énergétiques aluminisés. Un contrat conclu avec l'Ifpen porte sur la formation de polluants spécifiques comme les suies ou les matières particulaires. L'ensemble de ces collaborations a généré un volume financier de 402 k€. Par ailleurs, le GDP contribue au transfert des connaissances vers l'industrie : il a rédigé huit chapitres dans la collection des *Techniques de l'Ingénieur*. Ses membres s'investissent dans la diffusion des savoirs auprès du grand public, participant à des conférences (cercle Demi-Siècle), à la rédaction d'articles (*Le Point*) et à des émissions télévisées (E=M6).

---

400 Le groupe, Synthèse organique et réactivité (Sor) qui relève du panel ST4 regroupe les personnels de l'Ensta, intégrés au Laboratoire de synthèse organique (LSO). À ce titre, il a été évalué dans le cadre du LSO. La direction de l'UCP assure la gestion budgétaire de ce groupe, sans intervenir dans son pilotage scientifique.

401 Hydrates de gaz ; filière hydrogène ; combustion, thermochimie et cinétique chimique ; modèles thermodynamiques ; chimie théorique et modélisation moléculaire ; synthèse inorganique.

## ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication

Tutelles	Unités de recherche	EC Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/	C Effectif total	PAR Effectif total
Université Bretagne Sud ; Université de Bretagne occidentale ; CNRS ; IMT Atlantique ; Ensta ; Énib	Lab-Sticc — Laboratoire des sciences et technologies de l'information, de la communication et de la connaissance	39 / 297	0 / 7	10 / 52
Université Gustave Eiffel ; CNRS ; ENPC	LIGM - Laboratoire d'informatique Gaspard Monge	0 / 68	8 / 20	1 / 6
École polytechnique ; CNRS	Lix - Laboratoire d'informatique de l'école polytechnique	31 / 31	0 / 29	8 / 18
Télécom Paris	LTCl - Laboratoire traitement et communication de l'information	124 / 124	1 / 2	50 / 50
Télécom SudParis	Samovar - Services repartis, architecture, modélisation, validation, administration des réseaux	87 / 96	0 / 0	19 / 19
Ensta	U2IS - Unité d'informatique et d'ingénierie des systèmes	13 / 13	0 / 0	8 / 8
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>294 / 629</b>	<b>9 / 58</b>	<b>96 / 153</b>

**Le laboratoire des sciences et technologies de l'information, de la communication et de la connaissance a été évalué lors de la vague B (2020-2021)<sup>402</sup>.**

• Le **Lab-Sticc** est implanté sur plusieurs sites : Brest, Lorient, Quimper, Rennes et Vannes. Ses recherches couvrent un large spectre scientifique allant de l'électronique et du traitement du signal à l'informatique et aux sciences des données. L'unité bénéficie d'un très fort ancrage dans l'écosystème local. Certaines de ces thématiques trouvent des applications dans le domaine des sciences de la mer, notamment dans les secteurs de la robotique sous-marine et des communications en acoustique sous-marine. Lors de l'évaluation de 2021, la production scientifique de l'unité a été jugée très bonne : elle s'élève, en moyenne, à 1,29 articles/ETP/an (IEEE T Signal Proces., IEEE T Veh. Technol., IEEE T Wirel. Commun., IEEE T Inform. Theory, IEEE Photonic Technology Letters, IEEE T Microw. Theory, Appl. Phys. Lett., J. Appl. Phys.) ainsi qu'à 2,77 communications en conférence/ETP/an, durant la période évaluée (2015-2020). Le Lab-Sticc joue également un rôle majeur dans la formation par la recherche : 272 thèses ont été soutenues (pour 115 HDR), donnant lieu à une moyenne de 4,5 articles publiés. L'unité bénéficie d'une excellente attractivité, portée par certaines thématiques telles que la cybersécurité, le codage, les matériaux, la robotique sous-marine, et les communications en acoustique sous-marine : elle a notamment accueilli 193 post-doctorants dont 70 étrangers. Le comité d'experts a toutefois souligné que la visibilité internationale de l'unité restait à consolider et recommandait de mettre en place des actions en vue de renforcer une politique de collaborations européennes et internationales. En revanche, il a salué la qualité remarquable des interactions de l'unité avec l'écosystème socio-économique. Le Lab-Sticc a bénéficié du soutien de neuf programmes du CPER (9 M€) et a conclu de nombreux contrats partenariaux (3,5 M€ par l'intermédiaire de la Satt Ouest, de la BPI<sup>403</sup>, et de l'institut Carnot TSN). Il a signé 169 contrats de R&D et 91 conventions Cifre avec des industriels (Bosch France, Thalès, Airbus Defence & Space). L'unité a été impliquée dans 180 contrats soutenus par les collectivités territoriales (région Bretagne, Brest métropole, conseil départemental du Finistère, Lorient agglomération, Rennes métropole) en tant que porteur. À ce bilan s'ajoutent la création de trois Laboratoires communs (Atol, Lateral et Waves avec différentes divisions de Thalès, Seni avec Naval Group) ainsi que l'obtention d'une chaire industrielle financée par l'ANR (Océanix) impliquant des partenaires industriels majeurs (Microsoft, Naval Group, CLS, Data Ocean). Par ailleurs, 49 brevets ont été déposés parmi lesquels quatre sont licenciés.

<sup>402</sup> Les effectifs présentés ont été mis à jour au 1<sup>er</sup> novembre 2025.

<sup>403</sup> BPI : Banque publique d'Investissement.



● Le **LIGM** couvre un large éventail de domaines de l'informatique fondamentale et appliquée. Il est structuré en six équipes : 1/ A3SI : Algorithmes, architectures, analyse et synthèse d'Images ; 2/ Ada : Algorithmique Discrète et Applications ; 3/ Baam : Base de données, automate, analyse d'algorithmes et modèles ; 4/ Combi : Combinatoire algébrique et calcul symbolique ; 5/ LRT : Logiciels, réseaux et temps réel ; 6/ MMSID : Méthodes et modèles pour le signal, l'image et les données. La visibilité de l'unité est de niveau international pour l'ensemble de l'unité et de niveau mondial pour les équipes A3SI, Ada et Baam. L'unité présente des avancées scientifiques au meilleur niveau mondial en imagerie numérique et vision par ordinateur (équipe A3SI), géométrie algorithmique (équipe Ada) et traitement de données de type graphe et sur les langages de requêtes (équipe Baam) ; et de niveau international sur les liens entre combinatoire et physique (équipe Combi), les objets connectés et les réseaux (équipe LRT), et la localisation satellitaire et le transport optimal (équipe MMSID). Des avancées scientifiques majeures ont été obtenues notamment concernant l'estimation de pose 3D des objets en combinant des algorithmes de recherche d'arbre et de descente de gradient, avec de nombreuses perspectives, dans le cadre du projet Explorer soutenu par l'ERC (équipe A3SI), l'introduction d'une nouvelle technique permettant d'obtenir des bornes inférieures pour des algorithmes paramétrés par un invariant de nature topologique récompensée par le prix du meilleur papier dans la conférence phare SOCG<sup>404</sup>, et par une publication dans la revue de renom J. of the ACM (équipe ADA), la formalisation des langages de requêtes pour bases de données de type graphe dans le cadre de collaborations avec la société Neo4j et une participation aux travaux de standardisation ISO du langage GQL (équipe Baam). La production scientifique est d'une qualité exceptionnelle pour les équipes A3SI, Ada et Baam et excellente pour les équipes Combi, LRT et MMSID. Les publications des membres du LIGM sont réalisées dans les tout meilleurs supports de leurs domaines en revues internationales (IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Learning - PAML, Siam Journal of Computing, Siam Journal on Discrete Mathematics) et conférences internationales (CVPR, Neurips, FOCS<sup>405</sup>). La reconnaissance internationale des travaux du LIGM est attestée également par des prix récompensant certaines publications lors de congrès internationaux importants (4 best papers dans SoCG1, 2 au CVPR, 1 au Sigmod<sup>406</sup> et 1 Outstanding Paper Honorable Mention dans ICLR<sup>407</sup> 2023). La production est régulière au cours de la période et très importante, avec 470 articles dans des revues avec comité de lecture (soit environ 1,5 revue par ETP par an) et plus de 670 communications avec actes dans des conférences internationales (soit environ 2,15 articles de conférence par ETP par an). L'unité a une excellente implication dans la diffusion des connaissances grâce à des ouvrages de synthèse comme Dimension Groups and Dynamical Systems, Substitutions, Bratteli Diagrams and Cantor Systems, qui présente pour la première fois les groupes de dimensions sous leurs différents aspects et insistent en particulier sur les méthodes pour les calculer effectivement. L'unité bénéficie d'un rayonnement excellent à l'international marqué par un succès aux appels à projets sélectifs remarquable (2 projets soutenus par l'ERC, 2 projets H2020, coordination de 7 projets soutenus par l'ANR et 15 autres en tant que partenaire). Les membres de l'unité ont des responsabilités éditoriales dans de nombreuses revues de très haut niveau (Pami, European Journal of Combinatorics, Journal of Multivariate Analysis). Ils ont participé à l'organisation de congrès de tout premier plan comme CVPR 2018-2020-2023, Neurips 2023 ou Globecom<sup>408</sup> 2019, à des comités de pilotage de conférences reconnues de domaines (DLT<sup>409</sup>, Stacs<sup>410</sup>), ainsi qu'à de nombreux comités de programme de conférences très reconnues (Neurips, CVPR, Soda<sup>411</sup>). Au niveau national, l'implication est tout aussi excellente, notamment dans les GDR (co-animation du GT-Aléadu GDR IFM et co-responsabilité du groupe de travail GDMM des GDR IM et IGRV). L'unité bénéficie d'une excellente attractivité à l'international. S'appuyant sur plusieurs dispositifs de financement (UGE, labex et Comue), le LIGM a accueilli une trentaine de collègues au cours de la période ayant donné en général lieu à des co-publications (Algérie, Brésil, États-Unis), pour des durées d'un mois en général. Des projets internationaux ont été mis en place (Capes-Cofecub avec le Brésil, Ifcam franco-indien, ANR PRCI Brésil). Des membres du LIGM ont effectué des mobilités sortantes entre un et six mois à l'étranger (TU Berlin, JNIT Inde, Unam Mexique, Skoltech Moscou Russie), ainsi que pour certains autres membres des séjours plus courts (Universités de Singapour et de Séville). Le nombre de projets collaboratifs internationaux est en retrait au regard des autres types de projets. Les interactions avec le monde industriel sont excellentes au regard de la coloration plutôt fondamentale de l'unité. En particulier, de nombreuses thèses Cifre (26 sur 162) sont effectuées avec de grandes entreprises (Huawei, Nokia, SNCF). Un membre de l'unité est actuellement chez Valeo à 80 % et un autre chez Huawei à 100 %. L'équipe LRT a déposé quatre brevets (dont 3 acceptés) issus des projets de maturation et, par le biais de la Satt Erganeo, elle a participé à la création de la start-up UGetwin qui exploite certains de ces brevets pour fournir des solutions de jumeau numérique et de contrôle de foule en temps réel. Dans le domaine des humanités numériques, l'unité s'est investie dans le projet Cité des Dames. Créatrices dans la cité, pour

404 SOCG : International symposium on computational geometry.

405 IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS).

406 ACM Special Interest Group on Management of Data.

407 ICLR : International Conference on Learning Representations.

408 GCC : Global communications conference.

409 DLT : Developments in language theory.

410 Stacs : Symposium on theoretical aspects of computer science.

411 ACM-Siam symposium on discrete algorithms – Soda.



lequel des outils algorithmiques ont été développés pour extraire et visualiser de l'information sur la place des femmes dans le domaine culturel. Le LIGM s'implique dans la formation des enseignants du secondaire (concours d'agrégation). L'un des membres de l'unité coordonne l'organisation d'ateliers de vulgarisation et transfert autour de l'IA et des objets connectés à destination d'acteurs du secteur public tels que les pompiers de Paris).

- Les travaux du **Lix** se consacrent à la résolution de problèmes fondamentaux et appliqués en informatique. Ils couvrent un large éventail de secteurs, notamment l'informatique théorique, les systèmes logiciels, la science des données, l'informatique graphique, l'optimisation, la cryptographie et les réseaux. Les recherches s'articulent autour de quatre axes principaux : 1/ fondements de l'informatique et des sciences de l'information ; 2/ efficacité, fiabilité et sécurité ; 3/ modélisation ; 4/ sciences du calcul pour l'analyse des données et l'intelligence artificielle. L'unité est organisée en quatorze équipes réparties en cinq pôles. Ses recherches ont acquis une visibilité mondiale. Les travaux sur le  $\lambda$ -calcul ont particulièrement marqué la communauté scientifique, en abordant des problématiques liées aux modèles de cout, notamment en espace. Ces recherches ont permis de réfuter une conjecture vieille de quinze ans, tout en proposant le premier modèle raisonnable et sa formulation en théorie des types. L'étude de propriétés combinatoires de structures fondamentales a également conduit à des résultats majeurs : l'analyse des grandes triangulations aléatoires couplées à un modèle d'Ising a permis d'établir leur comportement asymptotique. La production scientifique de l'unité, qui compte 596 publications, est remarquable. Environ 80 % des articles sont parus dans les revues de premier plan des domaines concernés (Ann. Math., IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., IEEE Trans Automat. Contr.). Certains travaux ont été publiés dans des conférences internationales de grande notoriété, notamment Neurips (19), CVPR (16) ou Gecco<sup>412</sup> (52). Le succès du Lix aux appels à projets européens est remarquable. Il compte parmi ses membres trois lauréats de bourses de l'ERC<sup>413</sup>. Il est partenaire de cinq projets soutenus par le programme horizon Europe, incluant des actions MSCA-ITN (2), RIA<sup>414</sup> (2) et de l'initiative quantum flagship (1). L'unité a également bénéficié d'une trentaine de financements de l'ANR dont trois chaires en intelligence artificielle. Les membres du Lix ont donné 90 conférences plénières et près de 180 séminaires invités, en France ou à l'étranger (LICS, ICM). Ils ont participé à l'organisation d'événements scientifiques (general chair de LICS). Leurs travaux ont été récompensés par de nombreuses distinctions prestigieuses parmi lesquelles figurent une médaille de bronze du CNRS, un grand prix Inria et une élection à l'Académie des sciences. Le bilan inclut également des prix de conférences dont trois Test-Of-Time awards. L'implication de l'unité dans l'animation de la communauté internationale est excellente : ses chercheurs participent à des comités de sociétés savantes (special interest groups de l'ACM<sup>415</sup>) et à des comités éditoriaux de revues de référence (Artif. Intell., IEEE T Vis. Comp. Gr.). Les interactions de l'unité avec le monde socio-économique sont exceptionnelles, Le Lix a conclu seize conventions Cifre (EDF, Deezer, Siemens, BNP Paribas). Il coordonne quatre chaires partenariales<sup>416</sup>. À titre d'exemple, la chaire soutenue par le Crédit agricole conçoit des systèmes d'intelligence artificielle fiables, éthiques et responsables. L'unité bénéficie d'un fort soutien de la DGA, notamment pour des travaux concernant les fondations algorithmiques des essaims de robots. Par ailleurs, elle met à disposition de nombreux logiciels qui répondent à des enjeux sociétaux majeurs. Par exemple, dans le domaine de l'analyse des données massives, le logiciel StatCheck contribue à la détection de propagande et à la lutte contre la désinformation en collaboration avec de grands médias nationaux (Le Monde, Radio France). L'activité de transfert se traduit par le dépôt de trois brevets. Le Lix est très impliqué dans les activités de normalisation : il assure la présidence des groupes de travail de l'association de normalisation de l'IEEE sur la sécurité des réseaux et la cryptographie post-quantique. L'engagement de l'unité pour la promotion de l'informatique et la diffusion du savoir auprès du grand public est notable. Ses chercheurs sont régulièrement sollicités par de grands médias nationaux (Libération, France Culture, Le Monde) et internationaux : les travaux démontrant que le temps de calcul associé à la multiplication de deux nombres entiers peut être considérablement raccourci ont fait l'objet d'une interview diffusée sur BBC World News.

- Les recherches du **LTCI** couvrent un large spectre du panel des sciences et technologies de l'information (ST6). Ses travaux englobent à la fois des aspects matériels, comme l'électronique, l'optoélectronique, les systèmes sur puce, les antennes et les micro-ondes, et des aspects logiciels incluant la complexité, les systèmes, les algorithmes et les protocoles. L'unité est composée de quinze équipes réparties en trois départements : 1/ Communications et électronique ; 2/ Informatique et réseaux et 3/ Image, données et signal. Les recherches du LTCI contribuent aux avancées dans le domaine des sciences des données et de l'intelligence artificielle, des interactions homme-machine ainsi que de l'informatique visuelle. Elles participent également au

412 Gecco : Genetic and evolutionary computation conference.

413 Enhanced data protection security with statistical data collection (Hypatia, advanced grant) ; Charting a new Horizon of big and fast data analysis through integrated algorithm design (Bigfastdata, consolidator grant) ; Exploring relations in structured data with functional maps (Exprotea, starting grant).

414 RIA : Research and innovation actions.

415 ACM : Association for computing machinery.

416 Ingénierie des systèmes complexes (Thales, Dassault Aviation, DGA, DCNS) suivie de Architecture of complex systems (Dassault Aviation, Dassault Systèmes, Naval Group, KNDS-France, AID) ; Intelligence artificielle de confiance responsable (Crédit Agricole) ; Blockchain & B2B platform (CapGemini, Caisse des dépôts, Nomadic labs, Tezos).

développement de la confiance numérique, des infrastructures numériques du futur et des mathématiques appliquées à différents domaines. Grâce à ces contributions, l'unité bénéficie d'une forte visibilité internationale. Certaines de ses équipes bénéficient d'un rayonnement mondial grâce à leurs travaux en traitement du signal audio, apprentissage statistique et informatique sociale (S2A), photonique et techniques quantiques (GTO), ainsi qu'en théorie de l'information, codes correcteurs d'erreur et transmission des signaux (Comnum). Parmi les réalisations notables, on peut citer le développement de modèles stochastiques pour décrire le comportement d'antennes déformables, utilisées notamment dans des matériaux textiles. Une autre avancée majeure réside dans l'analyse et la démonstration expérimentale, pour la première fois, de l'existence d'un chemin d'attaque critique contre la distribution de clés quantiques à variable continue. La production scientifique compte près de 1 000 articles publiés dans des revues internationales et 2 000 communications présentées dans des conférences : elle est très bonne pour les équipes LabSoc et C2S, excellente pour les autres équipes. Environ 20 % des publications figurent dans les meilleurs supports internationaux. L'équipe Comnum se distingue en théorie de l'information, par la publication de 41 articles dans IEEE T Inform. Theory. Les recherches sur l'apprentissage automatique ont été diffusées dans des conférences majeures comme Neurips (28), ICML<sup>417</sup> (29) et Aistats<sup>418</sup> (14) ; celles sur le traitement du signal audio ont été publiées dans IEEE T Audio, Speech (11). Le bilan compte aussi des articles dans IEEE T Inf. Foren. Sec. (7) sur la sécurité de l'information et Comput. Graph. Forum (9) sur l'informatique graphique. L'unité développe un grand nombre de logiciels dans le cadre de la démarche de science ouverte, soutenue par le Cosi<sup>419</sup>. Certaines de ses contributions bénéficient d'une visibilité internationale, comme la librairie River, consacrée à l'apprentissage automatique pour les flux de données dynamiques. L'unité assure également, en partenariat avec le Max Planck institute for informatics (Allemagne), la maintenance de la base de connaissances publique Yago<sup>420</sup> qui est reconnue mondialement. Grâce à cette réalisation, un membre de l'unité a reçu le prestigieux Test-of-time award, lors de la conférence de référence mondiale dans le domaine du web (WWW 2018). Par ailleurs, les travaux de l'unité ont été récompensés par plusieurs distinctions comme la médaille des sciences mécaniques et informatiques et le grand prix IMT, décernés par l'Académie des sciences, ainsi que le prix Ampère de la SEE. L'implication du LTCI au sein de sa communauté scientifique est excellente : il contribue à des comités éditoriaux de revues, notamment Opt. Express et Machine Learning. Il participe également aux travaux de comités techniques de sociétés savantes nationales (AFIHM<sup>421</sup>, Grets<sup>422</sup>) et internationales (Ifip<sup>423</sup>, IEEE). L'unité s'est impliquée dans l'organisation d'événements scientifiques de grande notoriété comme l'Ismir<sup>424</sup>, qui est la conférence majeure en recherche d'informations musicales (équipe S2A). Elle a connu des succès notables aux appels à projets compétitifs nationaux et européens. Elle compte deux lauréats de bourses de l'ERC<sup>425</sup> dans les équipes S2A et GTO. Elle a conclu quatre contrats soutenus par MSCA-ITN (3) et MSCA-DN (1), qui bénéficient aussi à ces deux équipes. GTO est également co-porteur d'un projet soutenu par le programme Quantum flagship, qui vise à intégrer les technologies quantiques dans les réseaux de télécommunications classiques afin de renforcer leur sécurité. L'unité a obtenu 33 financements de l'ANR (dont 6 en coordination) auxquels s'ajoutent onze projets soutenus par les PEPR Cybersécurité, Quantique, Réseaux du futur ou Intelligence artificielle. Plusieurs contrats doctoraux ont été co-financés par l'AID (6) et le cluster IA Hi! Paris (13). Les collaborations du LTCI avec le monde socio-économique sont remarquables. L'unité est membre de l'institut Carnot TSN. Elle a signé 96 conventions Cifre. Elle est partenaire de plusieurs initiatives d'envergure, dont quinze sont des contrats de chaires financés par des partenaires socio-économiques<sup>426</sup>, et trois laboratoires communs<sup>427</sup>. Parmi ces projets phare, la chaire Dsaisidis se distingue par son ampleur : soutenue par Airbus Defence & Space, Engie, Idemia, Safran et Valeo pour un financement total de plus de 2 M€, elle a pour ambition de développer des outils d'intelligence artificielle et de sciences des données adaptés à des contextes opérationnels réalistes. Le laboratoire commun Listen, en collaboration avec Valeo, Bruitparif, Orosound, et Sony AI, est consacré à l'écoute automatique. L'activité de transfert technologique est excellente. Elle se traduit par la signature de seize contrats de prématuration, l'obtention de huit financements de la BPI et le dépôt de 95 brevets. En 2021, l'unité a contribué à la création de la start-up Mimopt, en transférant six de ses brevets. Cette jeune entreprise spécialisée dans les communications optiques, illustre le dynamisme de l'unité en matière d'innovation. L'activité de diffusion auprès du grand public est très bonne. Elle repose sur l'engagement de quelques personnels de l'unité régulièrement

417 ICML : international conference on machine learning.

418 Aistats : international conference on artificial intelligence and statistics.

419 Cosi : Center for open software innovation.

420 Yago : Yet another great ontology.

421 AFIHM : Association francophone d'interaction Homme-machine.

422 Grets : Groupe de recherche en traitement du signal et des images.

423 Ifip : International federation for information processing.

424 Ismir : International society for music information retrieval.

425 Hybrid and interpretable deep neural audio machines (Hi-Audio, advanced grant) ; Communication using the nonlinear Fourier transform (ComNFT, starting grant).

426 E.g. Pédagogie de sciences de la donnée (BearingPoint) ; Caractérisation et maîtrise des expositions aux ondes électromagnétiques-C2M (Agence nationale des fréquences) ; Networks for the future- NewNet@Paris (Cisco) ; Connected cars & cybersecurity-C3S (Nokia, Renault, Thales, Valeo et Wavestone).

427 Programmation orientée modèles-TTool (Nokia Bell Labs France) ; Cybersécurité et Internet des objets -Seido (EDF) ; Machine listening-Listen (Valeo, Bruitparif, Orosound, Sony AI).

sollicités pour leur expertise, notamment sur les enjeux sociétaux du numérique. Par exemple, l'impact environnemental de la téléphonie 5G a fait l'objet de nombreuses interventions dans des médias d'audience nationale (Le Monde diplomatique, Télérama, France Inter).

● **Samovar** mène des recherches en sciences et techniques de l'information numérique, couvrant des domaines comme les sciences du logiciel et des systèmes, le traitement des données, les réseaux et communications numériques, ainsi que les statistiques et l'optimisation. Localisée en deux sites, Évry et Palaiseau, l'unité est structurée en sept équipes : 1/ Algorithmes, composants, modèles et services pour l'informatique répartie (Acmes) ; 2/ Applied research for multi media enrichment, diffusion, interaction and analysis (Armedia) ; 3/ Information, signal et technologies des communications (Istec) ; 4/ Networked systems and services (Ness) ; 5/ Sécurité et confiance numérique (SCN) ; 6/ Statistiques, optimisation et probabilités (Sop) ; 7/ Systèmes répartis performants et surs (Benagil). Samovar s'est affirmée comme une unité incontournable au niveau international, particulièrement dans les grands domaines transversaux tels que l'Internet du futur, l'intelligence artificielle, la sécurité numérique et l'ingénierie pour la santé. Acmes s'est illustré grâce à ses avancées sur les graphes de propriétés. Les travaux de Benagil ayant trait à la mémoire persistante pour le langage Java ont marqué la communauté des systèmes : ils ont donné lieu à la troisième publication française dans la conférence Sosp<sup>428</sup>, depuis sa création en 1967. Istec a obtenu des résultats remarquables portant sur le calcul de bornes théoriques et les schémas de codage destinés à optimiser les performances des réseaux sans fil. Ness a apporté une contribution majeure en introduisant le concept de quantum wireless sensing qui exploite les niveaux énergétiques des atomes. Sop s'est distingué sur les modèles statistiques à données cachées et l'optimisation combinatoire axée sur les graphes, notamment en concevant de nouveaux algorithmes pour l'inférence variationnelle. La production scientifique de Samovar est excellente. Ses travaux sont publiés dans des revues de grande notoriété (IEEE T Mobile Comput., Pattern Recogn., IEEE Internet Things, IEEE T Circ. Syst. Vid.) et dans des conférences internationales de premier plan (Neurips, VLDB<sup>429</sup>, WCNC<sup>430</sup>, Ecai<sup>431</sup>). Plusieurs publications ont été distinguées par des prix (best paper award de Sigmod 2023 et Percom<sup>432</sup> 2022). Le logiciel libre consacré au profilage et à l'analyse de performance de systèmes complexes à grande échelle, EZTrace, développé par Benagil, illustre la forte activité de l'unité en matière de développement logiciel. Ce logiciel, qui est largement utilisé par la communauté internationale, notamment au Brésil, en Turquie et aux États-Unis, a permis d'engager une collaboration avec le Riken (Japon). L'unité a développé un ensemble de plateformes qui contribuent à son attractivité et à sa visibilité. Parmi ces équipements, figurent un appartement test consacré aux solutions numériques pour la santé (living-lab Evident), la plateforme THD axée sur les réseaux à très haut débit et la plateforme de démonstration M4IoT des applications de l'internet des objets. Les membres de l'unité participent à des comités éditoriaux de revues prestigieuses (IEEE T Inf. Foren. Sec., IEEE T Signal Proces.). Ils ont également été invités à intervenir auprès de nombreuses institutions de renommée internationale, notamment, à l'École de technologie supérieure de Montréal (Canada), à l'université technique de Munich (Allemagne) et à l'université de Rutgers (États-Unis). L'excellence des travaux de l'unité et la visibilité de plusieurs de ses chercheurs justifieraient pleinement qu'elle intensifie l'organisation d'événements internationaux pour consolider son rayonnement. Plus de 45 % des ressources propres de l'unité proviennent de financements nationaux. L'unité a bénéficié de 20 financements de l'ANR. Elle est également impliquée dans quatre projets soutenus par les PEPR Cybersécurité et Réseaux du futur. L'équipe SCN se distingue par ses succès aux appels à projets du programme Horizon Europe : elle totalise quatorze contrats dont un en coordination (HEIR<sup>433</sup>). L'unité entretient des relations solides avec le monde économique, axées sur des enjeux sociétaux majeurs tels que la souveraineté numérique et l'ingénierie en santé. Durant la période, elle a signé plus de 70 conventions Cifre (Orange, Nokia, PSA, Gemalto, ELM Leblanc). Certains partenariats se sont renforcés grâce à la création de trois laboratoires communs<sup>434</sup> et de quatre chaires partenariales<sup>435</sup> dont celle sur les réseaux du futur pour les services de demain, soutenue par Bouygues Telecom CNS, Nokia, SNCF Réseau et Spie. Le dépôt de quatorze brevets et la création de la start-up ModelsPlus sur la construction automatique de systèmes d'applications IA, traduisent une activité de transfert technologique dynamique. L'équipe Armedia collabore avec le monde culturel. Parmi ses réalisations, on compte la preuve de concept développée avec l'espace CaptureStudio qui a été mise en œuvre pour analyser les mouvements de danseurs, notamment à l'opéra de Marseille et au théâtre du Châtelet à Paris.

428 Sosp : Symposium on operating systems principles.

429 VLDB : International conference on very large databases.

430 WCNC : Wireless communications and networking conference.

431 Ecai : european conference on artificial intelligence.

432 Percom : International conference on pervasive computing and communications.

433 HEIR : A secure healthcare environment for informatics resilience.

434 Intelligence dans les réseaux (Airbus) ; l'intelligence artificielle appliquée aux contenus télévisuels (IATV, France Télévisions) ; intelligence artificielle et modélisation dynamique pour des réseaux futurs plus flexibles (Aidy-F2N, Davidson).

435 Les réseaux du futur pour les services de demain (Bouygues Télécom, CNS, Nokia, SNCF Réseau et Spie) ; Architecture of complex systems (Dassault Aviation, Dassault Systèmes, Naval Group, KNDS-France, AID) ; Sécurité des infrastructures- Cyber CNI (Airbus, Amossys, BNP Paribas, EDF, Orange, La Poste, Nokia Bell Labs, Société Générale, SNCF) ; Ingénierie numérique & transition environnementale (Banque des Territoires, Direction générale de l'Aviation civile, LOG, Michelin, Sopra Steria).

● **U2IS** est spécialisée dans la conception des systèmes informatiques autonomes. L'unité est structurée en deux équipes : 1/ systèmes autonomes et robotique (Sar) ; 2/ sémantique des systèmes hybrides (SSH). Ses travaux de recherche, qui s'appliquent à des domaines variés, notamment les transports intelligents, la robotique, la défense et l'énergie, sont excellents. Parmi les contributions majeures de l'unité, un article de synthèse, paru dans Inform. Fusion, sur l'explicabilité des systèmes d'intelligence artificielle est devenu une référence dans la communauté internationale<sup>436</sup>. L'extension des techniques de type CSP (constraint satisfaction problem) aux systèmes incluant des équations différentielles constitue également une autre avancée significative de portée internationale. La production scientifique est globalement de très bonne qualité. Son volume (2,3 articles de journaux et de conférences par ETP permanent et par an) se situe dans les standards de la discipline. Les travaux liés aux thématiques de l'apprentissage et des communications se distinguent particulièrement par leur excellence : ils sont parus dans des revues de référence (IEEE T Wirel. Commun., Inform. Fusion) et ont été présentés dans des conférences majeures du domaine (Neurips, Icra, Iros<sup>437</sup>). Les membres de l'unité ont été invités 21 fois pour des présentations à des conférences, et treize fois pour des séjours dans des établissements étrangers (Université nationale de Singapour). L'unité a reçu un certain nombre de distinctions parmi lesquelles figure un prix Test-of-Time de la conférence HSCC, récompensant des travaux sur les systèmes hybrides. U2IS présente un taux de réussite aux appels à projets compétitifs nationaux et européens relativement élevé. L'unité est partenaire de trois projets européens soutenus par les programmes H2020 (1) et Horizon Europe (2). Elle a bénéficié de neuf financements de l'ANR durant la période, dont six en coordination. U2IS s'est imposé comme un acteur clé dans les domaines prioritaires des programmes de recherches liées à la défense, en particulier dans le secteur de la robotique mobile. À titre d'exemple, l'unité a conclu sept contrats avec la DGA pour un montant total de 650 k€. Elle dispose de plateformes de recherche innovantes, comme un living lab pour la robotique sociale et une volière pour la localisation de drones. Les relations de l'unité avec le monde socio-économique sont excellentes. Durant la période, elle a signé 27 contrats avec des industriels, dont dix-huit conventions Cifre. Cette activité contractuelle représente environ 270 k€ par an de ressources financières pour l'unité. À titre d'exemple, un contrat de prestation d'un montant de 480 k€ a été conclu avec Renault pour la coordination du contrôle des véhicules autonomes. L'unité entretient également une collaboration étroite avec Naval Group à travers le laboratoire commun LC2IA, consacré à l'ingénierie système et à l'intelligence artificielle. U2IS a déposé deux brevets, en partenariat avec Renault, portant sur la téléassistance des véhicules autonomes. La médiation scientifique reste en retrait par rapport aux pratiques usuelles des unités de recherche rattachées au panel ST6 ; l'unité fait preuve d'un engagement qui se limite à une participation à un Mooc, et aux cordées de la réussite.

---

436 Plus de 8 500 citations répertoriées dans la base de données google scholar.

437 Iros : International conference on Intelligent robots and systems.

### 3. DOMAINE DES SCIENCES DU VIVANT ET ENVIRONNEMENT

## FOCUS

#### SITUATION DES ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

- Les activités de recherche sur les processus cellulaires fondamentaux se distinguent au niveau international.

- L'unité **Bioc** (SVE3) aborde des questions majeures relatives aux processus cellulaires fondamentaux, tels que la synthèse des protéines, la migration cellulaire et la signalisation cellulaire, ainsi qu'à l'évolution et aux pathologies, notamment le cancer, les troubles du développement neurologique et les maladies neurodégénératives. Le laboratoire mobilise et développe un large éventail de techniques issues de la biochimie, de la biologie moléculaire et cellulaire, de l'analyse structurale, de la cryo-microscopie électronique et de la biologie computationnelle. Doté d'un rayonnement international, le laboratoire publie ses travaux dans des revues scientifiques de qualité, parmi lesquelles mBio, Nature Communications, Science Advances, Protein Science, Embo Journal, Nucleic Acids Research et Plos Computational Biology. Les résultats de l'unité sont également diffusés à travers de nombreuses communications orales lors de conférences nationales et internationales. La

visibilité internationale de l'unité est renforcée par la création d'un Laboratoire International Associé (LIA) en partenariat avec le Tomsk Cancer Research Center (Russie), ainsi que par plus de 25 collaborations établies en Europe, aux États-Unis et à Singapour. L'École polytechnique contribue (12 personnels) à hauteur de 52 % de l'effectif total du Bioc.

#### INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DU DOMAINE SVE DANS LA SOCIÉTÉ

- L'unité **Bioc** développe des activités fortement ancrées dans les enjeux sociétaux, alliant collaborations avec l'industrie pharmaceutique, notamment avec l'Institut de recherche Servier dans le domaine du cancer, valorisation précoce de ses travaux sur les maladies neurodégénératives, et actions de diffusion des savoirs. Ces dernières incluent la publication prochaine d'un ouvrage aux Éditions de l'EP et la participation à une vidéo pédagogique consacrée aux vaccins à ARNm.



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

Tutelles	Unité de recherche	EC	C	PAR
		Effectifs de l'Institut Polytechnique de Paris/ Effectif total		
École polytechnique ; CNRS	Bioc - Structures biomoléculaires et cellulaires	2 / 2	0 / 6	10 / 15
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>2 / 2</b>	<b>0 / 6</b>	<b>10 / 15</b>

• Les recherches de l'unité **Bioc** se concentrent sur la biosynthèse des protéines, en particulier sur l'initiation de la traduction, les modifications post-transcriptionnelles de l'ARNm et l'assemblage des ribosomes, et sont complétées par des travaux sur la morphogénèse cellulaire et le cytosquelette. Par ailleurs, l'unité développe un volet biotechnologique, en utilisant des approches liées à la biologie synthétique, notamment celle qui concerne l'expansion du code génétique et la synthèse de novo de protéines. Ces recherches mobilisent des techniques avancées en biologie moléculaire, en biologie cellulaire et en biochimie des protéines, dont les structures sont élucidées par cristallographie aux rayons X et microscopie électronique. L'activité computationnelle est hautement maîtrisée. L'un des résultats marquants de l'unité est le développement du logiciel Proteus<sup>438</sup>, consacré à la conception de protéines synthétiques. Ce travail a notamment conduit à une première démonstration de génération d'enzymes à efficacité catalytique directement sélectionnée, publiée dans la revue Plos Comput. Biol. D'autres travaux ont eu un fort retentissement dans la communauté scientifique, et sont reconnus par le prix Équipe à l'honneur 2019 de la Fondation ARC pour la recherche sur le cancer. Ils portent sur la réticulation des filaments d'actine du cytosquelette, un processus régulant la migration cellulaire et qui, de manière inattendue, s'est également révélé être un facteur déterminant dans l'initiation du cycle cellulaire (Cell Research, 2019). Bioc est reconnue à l'échelle internationale. Les travaux de l'unité ont donné lieu à 91 publications scientifiques dans des revues de qualité (e.g. mBio, Nat. Com., Sci Adv, Prot Sci, Embo J., NAR, PLoS Comput. Biol.). Ils ont également abouti à la publication de cinq chapitres d'ouvrage, de quatre livres, ainsi qu'à des communications dans 33 conférences internationales. L'unité a fait preuve d'une forte activité de recherche de financements (le montant moyen annuel des contrats de l'unité s'élève à 600 k€ ; ce montant est complété par une dotation récurrente annuelle de 200 k€). Elle contribue à dix contrats (3 d'entre eux sont coordonnés par l'unité) financés par l'ANR et l'Inca, et pilote treize projets financés par l'ARC, la FRM et l'ICIG<sup>439</sup>. Ses membres sont pleinement investis dans l'organisation de congrès. Le bilan dénombre les participations à huit manifestations au niveau national et à six au niveau international, dont le congrès du Cecam<sup>440</sup> (2019, Lausanne), un Workshop de l'Embo<sup>441</sup> (2019, Espagne), et l'European Crystallography Meeting (2020, Prague). La création d'un Laboratoire International Associé (LIA) en collaboration avec le Tomsk Cancer Research Center (Russie), ainsi que plus de 25 partenariats établis en Europe, aux États-Unis et à Singapour, contribuent également à renforcer la visibilité de l'unité. Ses membres siègent dans des bureaux exécutifs de sociétés savantes (SBCF<sup>442</sup>, SFBM<sup>443</sup>) et du groupe thématique Archaea. Ses chercheurs cumulent des fonctions d'enseignement à l'École polytechnique (500h/an), gèrent le programme de Master Biology and Health, et plusieurs d'entre eux ont successivement présidé le département biologie de l'École polytechnique. L'unité développe une activité soutenue de valorisation de ses recherches. L'Institut de recherche Servier a ainsi financé un contrat de collaboration à hauteur de 600 k€, visant à développer des traitements personnalisés contre le cancer ; une prolongation de ce financement sur les cinq prochaines années a d'ores et déjà été entérinée. Par ailleurs, un projet de pré-maturation, porté par les tutelles, a été lancé pour évaluer l'effet d'inhibiteurs de voies de signalisation dans le contexte des maladies neurodégénératives. Enfin, l'unité assure également une mission de diffusion scientifique auprès du grand public : un ouvrage intitulé Pathologies et stratégies thérapeutiques sera prochainement publié aux Éditions de l'EP, et une contribution a été apportée à une vidéo pédagogique sur la chaîne YouTube de l'École polytechnique, expliquant le principe des vaccins à ARNm.

<sup>438</sup> <https://proteus.polytechnique.fr>

<sup>439</sup> ICIG : Institut du cancer et d'immunogénétique.

<sup>440</sup> Cecam : Centre européen de calcul atomique et moléculaire.

<sup>441</sup> Embo : European molecular biology organization.

<sup>442</sup> SBCF : Société de biologie cellulaire de France.

<sup>443</sup> SFBM : Société française de biochimie et de biologie moléculaire.

## IV. ANNEXES

### 1. NOMENCLATURE

#### Domaine SHS

##### **Panel disciplinaire SHS1 : Marchés et organisations**

Sous-panel disciplinaire SHS1.1 : Économie

Sous-panel disciplinaire SHS1.2 : Management

##### **Panel disciplinaire SHS3 : Le monde social et sa diversité**

Sous-panel disciplinaire SHS3.1 : Science politique

Sous-panel disciplinaire SHS3.2 : Sociologie

Sous-panel disciplinaire SHS3.3 : Anthropologie sociale

Sous-panel disciplinaire SHS3.4 : Sciences de l'information et de la communication

##### **Panel disciplinaire SHS7 : Espace et relations Hommes - milieux**

Sous-panel disciplinaire SHS7.1 : Géographie humaine et outils de la géographie

Sous-panel disciplinaire SHS7.2 : Population et santé

Sous-panel disciplinaire SHS7.3 : Rapport Hommes-milieus

Sous-panel disciplinaire SHS7.4 : Aménagement et architecture

## **Domaine ST**

### **Panel disciplinaire ST1 : Mathématiques**

Sous-panel disciplinaire ST1.1 : Mathématiques fondamentales

Sous-panel disciplinaire ST1.2 : Mathématiques appliquées

### **Panel disciplinaire ST2 : Physique**

Sous-panel disciplinaire ST2.1 : Physique nucléaire et physique des particules, astroparticules et cosmologie, et leurs applications

Sous-panel disciplinaire ST2.2 : Physique des atomes, molécules et plasmas, optique et lasers

Sous-panel disciplinaire ST2.3 : Physique de la matière condensée, nanosciences, propriétés électroniques, systèmes complexes, approches multi-échelles

### **Panel disciplinaire ST3 : Sciences de la Terre et de l'Univers**

Sous-panel disciplinaire ST3.1 : Océan, atmosphère

Sous-panel disciplinaire ST3.2 : Terre solide

Sous-panel disciplinaire ST3.3 : Astronomie, Univers

### **Panel disciplinaire ST4 : Chimie**

Sous-panel disciplinaire ST4.1 : Chimie physique théorique et analytique

Sous-panel disciplinaire ST4.2 : Chimie coordination, catalyse, matériaux

Sous-panel disciplinaire ST4.3 : Chimie moléculaire, polymères

Sous-panel disciplinaire ST4.4 : Chimie du et pour le vivant

### **Panel disciplinaire ST5 : Sciences pour l'ingénieur**

Sous-panel disciplinaire ST5.1 : Mécanique du solide

Sous-panel disciplinaire ST5.2 : Génie des procédés

Sous-panel disciplinaire ST5.3 : Mécanique des fluides

Sous-panel disciplinaire ST5.4 : Énergie, thermique

### **Panel disciplinaire ST6 : Sciences et technologies de l'information et de la communication – Stic**

Sous-panel disciplinaire ST6.1 : Informatique

Sous-panel disciplinaire ST6.2 : Génie électrique, électronique, électromagnétique, photonique et systèmes

Sous-panel disciplinaire ST6.3 : Signal, image, automatique, robotique et génie industriel

## **Domaine SVE**

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

Sous-panel disciplinaire SVE3.1 : Biologie moléculaire et structurale, biochimie

Sous-panel disciplinaire SVE3.2 : Génétique, génomique, bioinformatique, biologie des systèmes

Sous-panel disciplinaire SVE3.3 : Biologie cellulaire, biologie du développement animal

## 2. LISTE DES SIGLES

### A

AAP	Appel à projets
ACS	Architecture of complex systems
Actris	Aerosol, clouds and trace gases research infrastructure
Ademe	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AFSE	Association française de science économique
Agu	American geophysical union
AID	Agence de l'innovation de défense
ANR	Agence nationale de la recherche
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail
Aperau	Association pour la promotion de l'enseignement et de la recherche en aménagement et urbanisme
APHP	Assistance publique – Hôpitaux de Paris
ASDESR	Accélération des stratégies de développement des établissements d'enseignement supérieur et de recherche
Astee	Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement
Astrid	Accompagnement spécifique des travaux de recherche d'intérêt défense

### C

C	Chercheur
Caltech	California Institute of Technology
CASD	Centre d'accès sécurisé aux données
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Cern-LHC	Conseil européen pour la recherche nucléaire – Large hadron collider
Cesaer	Conference of european schools for advanced engineering education and research
Cifre	Convention industrielle de formation par la recherche
Cirad	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
Cired	Centre international de recherche sur l'environnement et le développement
CMS	Compact Muon Solenoid
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
Cofra	Convention de formation par la recherche en administration
Comue	Communauté d'universités et établissements
CPER	Contrat de plan État-région
CTA	Cherenkov telescope array
CVPR	Conference on computer vision and pattern recognition

### D

DFT	Density functional theory
DGA	Direction générale de l'armement
Dim	Domaine de recherche et d'innovation majeur
Dsaisdis	Data science and artificial intelligence for digitalized industry and services

### E

EC	Enseignant-chercheur
EDF	Électricité de France
EHESS	École des hautes études en sciences sociales
ECMWF	European centre for medium-range weather forecasts
Egu	European geoscience union
EMC2	Extreme-scale mathematically-based computational chemistry
Emeraude	Europe et mécénat d'entreprise pour des ressources augmentées durablement
ENPC	École nationale des ponts et chaussées
Ensaе	École d'ingénieurs pour l'économie, la data science, la finance et l'actuariat
Ensiie	École nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise
Ensta	École nationale supérieure de techniques avancées
EPE	Établissement public expérimental
ERC	Conseil européen de la recherche
Esa	European space agency
ETI	Entreprise de taille intermédiaire
Etranhet	Energy transitions in the history of economic thought
EUR	École universitaire de recherche

Euram European academy of management

## F

FTICR-MS Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry

## G

Genes Groupe des écoles nationales d'économie et statistique

Giec Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Gip Groupement d'intérêt public

Grale Groupement de recherche sur l'administration locale en Europe

## H

Hess High energy stereoscopic system

HL-LHC High-luminosity large hadron collider

HSSC Hybrid systems computation and control

## I

IA Intelligence artificielle

Iagos In-service aircraft for a global observing system

IAHS International association of hydrological sciences

IAMC Integrated assessment modeling consortium

Ibisa Infrastructure en biologie, santé et agronomie

ICM International congress of mathematicians

Icos Integrated carbon observation system

Icra International conference on robotics and automation

Icsac Infrastructural challenges in smaller African cities

Idan International data access network

IDCS Infrastructure – Données – Calcul scientifique

IFS Integrated forecasting system

IMT Institut Mines Télécom

Inrae Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

Inria Institut national de la recherche en sciences et technologies du numérique

IPBES Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques

IRD Institut de recherche pour le développement

Insee Institut national de la statistique et des études économiques

Inserm Institut national de la santé et de la recherche médicale

IRL International research laboratory

IRP International research project

IRT Institut de recherche technologique

ITE Institut pour la transition technologique

IUF Institut universitaire de France

IWA International water association

## J

Juice Jupiter icy moons explorer

## L

LCS-RNet Low carbon society – research network

LNHE Laboratoire national hydraulique et environnement

## M

MSCA Marie Skłodowska-Curie action

Metsa Microscopie électronique en transmission et sonde atomique

Mines Méthodes innovantes pour l'entreprise et la société

MIT Massachusetts Institute of technology

Mooc Massive open online course



## N

Neurips Neural information processing systems

Norman Network of reference laboratories, research centres and related organisations for monitoring of emerging environmental substances

## O

Obs4clim Système d'observation intégré pour l'atmosphère

OFB Office français de la biodiversité

OMPMP Observatoire mondial des plateformes numériques de mobilité partagée

Onéra Office national d'études et de recherches aérospatiales

ONG Organisation non gouvernementale

ONR Organisme national de recherche

Ose Ouvrir la science économique

OST Observatoire des sciences et techniques

## P

PAR Personnel d'appui à la recherche

PEPR Programmes et équipements prioritaires de recherche

PIA Programme d'investissements d'avenir

PME Petite ou moyenne entreprise

PSCC Paris-Saclay Cancer Cluster

PSE Paris School of Economics

## R

R&D Recherche et développement

RAE Rapport d'autoévaluation de l'établissement

RATP Régie autonome des transports parisiens

RHU Recherche hospitalo-universitaire

RMN Résonance magnétique nucléaire

Roadef Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision

RPE Résonance paramagnétique électronique

RTE Réseau de transport d'électricité français

## S

S2A Signal, statistique et apprentissage

Satt Société d'accélération du transfert de technologies

Set-plan Strategic energy technology plan

SFP Société française de physique

SHS Sciences humaines et sociales

Sigmod International conference on management of data

Sirius Système d'irradiation pour l'innovation et les utilisations scientifiques

Sirta Site instrumental de recherche par télédétection atmosphérique

Smile Solar wind magnetosphere ionosphere link explorer

SNCF Société nationale des chemins de fer français

Sops Symposium on operating systems principles

Spie International society for optics and photonics

Sresi Schéma régional enseignement supérieur recherche innovation

ST Sciences et technologies

SVE Sciences du vivant et environnement

## T

T2K Tokai to kamioka

Tempos Transmission electron microscopy at Palaiseau-Orsay-Saclay

TSN Télécom et société numérique

## U

UR Unité de recherche

UTTO Optimisation des transferts technologiques universitaires

## V

VLDB International conference on very large databases

### 3. PROJETS FINANCÉS PAR LES PROGRAMMES DU PIA OU FRANCE 2030 DONT LES ÉCOLES-MEMBRES DE L'INSTITUT POLYTECHNIQUE DE PARIS SONT PARTENAIRES

Laboratoires d'excellence dont l'une des écoles-membres de l'institut polytechnique de Paris est partenaire

Acronyme	Thématique	UR de l'université impliquées
Digicosme intégré à l'idex Paris-Saclay	L'objectif du labex Mondes numériques : données, programmes et architectures distribués est de concevoir les systèmes d'information et de communication de demain. L'Ensta, l'École polytechnique, le CEA, Inria et le CNRS sont partenaires de ce projet porté par l'université Paris-Saclay.	Lix (ST6), LTCI (ST6), U2IS (ST6)
Charmmat intégré à l'idex Paris-Saclay	Les recherches du labex Chimie des architectures moléculaires multifonctionnelles et des matériaux s'intéressent à la conception de nouvelles molécules et matériaux aux propriétés avancées, avec des applications potentielles dans des domaines tels que l'énergie, l'environnement et la santé. Le consortium qui le porte est piloté par l'université Paris-Saclay et regroupe l'École polytechnique, le CNRS, et le CEA.	PMC (ST2), LPICM (ST5)
P2IO Cintégré à l'idex Paris-Saclay	Piloté par l'université Paris-Saclay, Physique des deux infinis et des origines réunit les UR du campus Paris-Saclay qui mènent des recherches sur la physique de l'infiniment petit, de l'infiniment grand ou qui étudient les conditions d'apparition de la vie. Le CNRS, le CEA et l'École polytechnique sont partenaires de ce labex.	CPHT (ST2), LLR (ST2)
Lasips intégré à l'idex Paris-Saclay	Les recherches pluridisciplinaires menées par le labex Sciences des systèmes et de l'ingénierie de Paris-Saclay visent à améliorer la performance, la fiabilité et la durabilité des infrastructures et des technologies dans des secteurs comme l'énergie, les transports et la santé. L'Ensta et l'École polytechnique sont partenaires de ce labex coordonné par l'université Paris-Saclay.	Imsia (ST5), Ladhyx (ST5), LMI (ST5), LMS (ST5), UCP (ST5)
Nano-Saclay intégré à l'idex Paris-Saclay	Porté par l'université Paris-Saclay, le Paris-Saclay multidisciplinary nano-Lab développe des approches innovantes à l'interface de la physique, de la chimie et de la biologie dans le domaine des nanosciences et des nanotechnologies. Ses recherches s'appliquent à des domaines tels que l'énergie, la santé, l'électronique et l'environnement. L'École polytechnique est membre du consortium qui pilote ce projet.	LSI (ST2), IPVF (ST4), LPICM (ST5)
LMH intégré à l'idex Paris-Saclay	Le labex mathématique Hadamard, ambitionne de promouvoir une recherche d'excellence en mathématiques, en combinant avancées théoriques et applications interdisciplinaires. Il favorise les synergies entre mathématiciens et chercheurs d'autres disciplines pour relever des défis scientifiques majeurs, notamment en physique, en ingénierie et en sciences du vivant. L'Ensta et l'École polytechnique sont partenaires de ce labex, coordonné par l'université Paris-Saclay.	Cmap (ST1), CMLS (ST1, Uma (ST1), LTCI (ST6)
Palm intégré à l'idex Paris-Saclay (arrêté en 2022)	Le laboratoire d'excellence Physique, atomes, lumière, matière est porté par l'université Paris-Saclay au nom d'un consortium qui compte dix partenaires, dont l'École polytechnique et l'Ensa. Il explore trois axes de recherche majeurs en physique : la matière quantique, les systèmes complexes et la dynamique ultrarapide.	CPHT (ST2), Loa (ST2), Lob (ST2), LSI (ST2), Lulli (ST2), PMC (ST2), Ladhyx (ST5)

Acronyme	Thématique	UR de l'université impliquées
Bézout Intégré à l'i-site Future Paris-Est	Le labex Models and algorithms : from the discrete to the continuous développe des recherches à l'interface des mathématiques et de l'informatique, afin de concevoir des solutions aux défis technologiques majeurs des domaines tels que l'urbanisme, les télécommunications, la santé et la médecine. Il est coordonné par l'université Gustave Eiffel au nom d'un consortium qui regroupe l'ENPC et le CNRS.	Cermics (ST1), LIGM (ST6)
MMCD Intégré à l'i-site Future Paris-Est	Le labex Modélisation et expérimentation multi-échelles des matériaux pour la construction durable est piloté par l'université Gustave Eiffel et regroupe notamment l'ENPC, l'Upec et le CNRS. Il mène des travaux pour approfondir la compréhension des phénomènes physiques régissant les propriétés des matériaux de construction, de leur élaboration à leur recyclage.	Cermics (ST1), Navier (ST5)
Sites Intégré à l'i-site Future Paris-Est	Sciences, innovation et techniques en société vise à renforcer les capacités d'analyse de la co-production des savoirs, de l'innovation et de l'ordre social et politique à différentes échelles, du local au global, tant dans le passé que dans le présent. Porté par l'université Gustave Eiffel, il associe plusieurs établissements dont l'ENPC.	Latts (SHS7)
Futurbains Intégré à l'i-site Future Paris-Est	Coordonné par l'université Gustave Eiffel, le projet scientifique du labex Futurs urbains était structuré en trois axes de recherche : 1/ les dimensions matérielles et infrastructurelles du changement urbain ; 2/ les activités urbaines sous l'angle environnemental ; 3/ vulnérabilités, résilience et gouvernance des sociétés. L'ENPC était partenaire de ce labex.	Cired (SHS1), Latts (SHS7), LVMT (SHS7), Cerea (ST3), Leesu (ST3)

**Laboratoires d'excellence arrêtés dont les écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris étaient partenaires**

Acronyme	Thématique	UR de l'université impliquées
Plas@Par Arrêté en 2019	Le labex Plasmas à Paris, au-delà des frontières, avait pour objectif d'approfondir la compréhension des processus fondamentaux des plasmas, en développant des techniques d'observation, de diagnostic et de simulation numérique innovantes. L'École polytechnique figurait parmi les partenaires de ce projet piloté par Sorbonne Université.	Luli (ST2), LPP (ST5)
L-IPSL Arrêté en 2019	Le labex-Institut Pierre Simon Laplace était porté par Sorbonne Université au nom d'un consortium regroupant treize établissements dont l'École polytechnique. Il s'était donné pour mission d'améliorer la compréhension du changement climatique et de ses impacts à une échelle de temps de quelques dizaines d'années. Ses recherches visaient à mieux quantifier les forçages naturels du climat mondial, étendre la connaissance du cycle global du carbone et renforcer la modélisation du système Terre.	Cerea (ST3), LMD (ST3)
Ose Arrêté en 2018	Ouvrir la science économique avait pour objectif de consolider les fondements théoriques de la science économique, tout en explorant ses interactions avec d'autres disciplines. Il favorisait les collaborations interdisciplinaires afin de renouveler les approches économiques et d'enrichir leur portée analytique. L'ENPC était membre du consortium porteur de ce projet.	PJSE (SHS1)

## Équipements d'excellence dont l'une des écoles-membres de l'Institut polytechnique de Paris était partenaire

Acronyme	Thématique	UR de l'université impliquées
CASD Achevé en 2019	Le Centre d'accès sécurisé distant aux données confidentielles pour la recherche française en sciences sociales et en économie (CASD) avait pour objectif de fournir aux chercheurs un accès sécurisé aux données individuelles collectées par le service statistique public (SSP), tout en garantissant une confidentialité optimale. Il était porté par le CASD, en partenariat avec Genes, l'ENS-Paris-Saclay, l'École polytechnique, l'EHESS et l'Insee.	Crest (SHS1)
Tempos Achevé en 2022	La plateforme Transmission electron microscopy at Palaiseau-Orsay-Saclay a permis de repousser les limites de la microscopie électronique en transmission en développant des instruments innovants pour l'étude des nano-objets et nanomatériaux. Elle était pilotée par l'université Paris-Saclay et associait le CNRS, l'École polytechnique, le CEA, Thales et Saint Gobain.	LSI (ST2), PMC (ST2), LPICM (ST5), Bioc (SVE3)
Attolab Achevé en 2019	La plateforme pour la dynamique atto-seconde visait à renforcer les dispositifs expérimentaux alloués à l'étude des dynamiques ultrarapides en physique, chimie et sciences des matériaux, sur le campus Paris-Saclay. Le centre expérimental qui a été ainsi créé dispose d'équipements de haute technicité, incluant des lasers, des lignes de lumière XUV et des spectromètres avancés. L'École polytechnique et l'Ensta collaboraient à ce projet coordonné par le CEA.	Loa (ST2)
Matmeca Achevé en 2020	Piloté par l'Onéra, le projet Matériaux-Mécanique : élaboration, caractérisation, observation, modélisation, simulation avait pour objectif de relever des défis scientifiques et industriels liés à la fabrication, l'analyse et la simulation du comportement des matériaux et des structures, dans des secteurs variés tels que l'énergie, les transports, l'aérospatial et les nanotechnologies. Il a permis de regrouper un ensemble unique d'équipements dédiés aux procédés d'élaboration et à la caractérisation avancée des matériaux, ainsi qu'une infrastructure de calcul haute performance. L'École polytechnique était partenaire de cet équipex.	LMS (ST5)
NanoimagesX Achevé en 2019	L'équipex NanoimagesX se consacrait à la construction et à l'exploitation d'une ligne de lumière dédiée à la nano-imagerie et à la tomographie aux rayons X cohérents (Anatomix) au synchrotron Soleil. Les premières expériences sur cette ligne de grande longueur ont débuté au printemps 2018. L'ENCP était membre du consortium qui portait ce projet piloté par le Synchrotron Soleil.	Navier (ST5)
Cilex Achevé en 2019	Le Centre interdisciplinaire lumière extrême a permis de développer l'infrastructure nécessaire à l'installation et à l'exploitation du laser Apollon, un laser de très haute puissance destiné à la recherche fondamentale et appliquée en physique des plasmas, physique des particules et optique extrême. L'Ensta collaborait à ce projet piloté par le CEA.	Loa(ST2), Luli (ST2)
Digiscope Achevé en 2029	L'infrastructure haute performance pour la visualisation interactive et collaborative a été conçue pour faciliter la visualisation en temps réel et le travail collaboratif sur des données complexes. Digiscope a développé des outils performants permettant une interaction fluide et immersive entre utilisateurs. Télécom Paris était partenaire de ce projet piloté par l'université Paris-Saclay.	I3 (SHS1), LTCI (ST6)

## 4. LISTE DES 21 OPÉRATEURS PARTENAIRES DE L'INSTITUT POLYTECHNIQUE DE PARIS

CEA	Institut Agro Dijon
CNRS	Institut photovoltaïque d'Île-de-France
Cirad	Sorbonne Université
Cnam	Université de Bretagne Occidentale
École nationale d'ingénieurs de Brest	Université de Bretagne Sud
EDF	Université Gustave Eiffel
EHESS	Université Paris Est Créteil Val de Marne
IMT Atlantique	Université Paris 1 Panthéon Sorbonne
Inrae	Université Paris-Saclay <sup>444</sup>
Inria	Université PSL <sup>445</sup>
Inserm	

---

<sup>444</sup> La tutelle du Cired est exercée par AgroParisTech.

<sup>445</sup> La tutelle des unités I3 et LMS est exercée par Mines Paris-PSL ; celles des unités PJSE et LMD est exercée par ENS-PSL. La tutelle de l'IPVF est exercée par Chimie Paris-PSL (ENSCP-PSL). L'Observatoire de Paris-PSL assure la tutelle de l'unité LPP.



## 5. INDEX DES UNITÉS DE RECHERCHE ÉVALUÉES

### Domaine scientifique SHS

Cired - Centre international de recherches sur l'environnement et le développement .....	44
Crest - Centre de recherche en économie et statistique .....	45
I3 - Institut interdisciplinaire de l'innovation .....	46
PJSE - Paris-Jourdan Sciences Économiques .....	46
Linx - Laboratoire interdisciplinaire de l'X .....	47
Foap - Formation et apprentissages professionnels .....	48
Latts - Laboratoire techniques, territoires et sociétés .....	49
LVMT - Laboratoire ville mobilité transport .....	50

### Domaine scientifique ST

Cermics - Centre d'enseignement et de recherche en mathématiques et calcul scientifique .....	64
Cmap - Centre de mathématiques appliquées .....	65
CMLS - Centre de mathématiques Laurent Schwartz de l'école Polytechnique .....	66
Poems - Propagation des ondes : étude mathématique et simulation .....	67
Uma - Unité de mathématiques appliquées .....	67
CPHT - Centre de physique théorique .....	69
LLR - Laboratoire Leprince-Ringuet .....	70
Loa - Laboratoire d'optique appliquée .....	71
Lob - Laboratoire d'optique et biosciences .....	72
LSI - Laboratoire des solides irradiés .....	73
Luli - Laboratoire pour l'utilisation des lasers intenses .....	74
PMC - Laboratoire de physique de la matière condensée .....	75
Cerea - Centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique .....	76
HM&Co - Hydrologie météorologie et complexité .....	77
Leesu - Laboratoire eau environnement et systèmes urbains .....	77
LMD - Laboratoire de météorologie dynamique .....	78
IPVF - Institut photovoltaïque d'Île-de-France .....	79
LCM - Laboratoire de chimie moléculaire .....	80
LSO - Laboratoire de synthèse organique .....	81
Imsia - Institut des sciences de la mécanique et applications industrielles .....	82
IRDL — Institut de recherche Henri Dupuy de Lôme .....	83
Ladhyx - Laboratoire d'hydrodynamique .....	84
LHSV - Laboratoire d'hydraulique Saint-Venant .....	84
LMI - Laboratoire de mécanique et ses interfaces .....	85
LMS - Laboratoire de mécanique des solides .....	85
LPICM - Laboratoire de physique des interfaces et des couches minces .....	86
LPP - Laboratoire de physique des plasmas .....	87
Navier - Laboratoire Navier .....	88
UCP - Unité chimie et procédés .....	89
Lab-Sticc — Laboratoire des sciences et technologies de l'information, de la communication et de la connaissance .....	90
LIGM - Laboratoire d'informatique Gaspard Monge .....	91
Lix - Laboratoire d'informatique de l'école polytechnique .....	92
LTCI - Laboratoire traitement et communication de l'information .....	92
Samovar - Services repartis, architecture, modélisation, validation, administration des réseaux .....	94
U2IS - Unité d'informatique et d'ingénierie des systèmes .....	95

### Domaine scientifique SVE

Bioc - Structures biomoléculaires et cellulaires .....	97
--------------------------------------------------------	----

## V. OBSERVATIONS DES TUTELLES



Palaiseau, le 11 décembre 2025

Monsieur Arnaud Tourin  
Directeur  
Hcéres  
Département Recherche  
arnaud.tourin@hceres.fr

**Objet : Observations sur le rapport de synthèse de l'évaluation de la recherche de l'Institut Polytechnique de Paris**

Monsieur le Directeur,

Nous tenons tout d'abord à remercier le comité Hcéres pour la qualité et la profondeur du travail réalisé. La synthèse rend compte de manière fidèle du positionnement scientifique de l'Institut Polytechnique de Paris et de ses écoles-membres, ainsi que des évolutions récentes structurantes. Nous remercions tout particulièrement le comité d'avoir intégré dans son analyse les unités situées sur le nouveau campus IP Paris à Brest, élément essentiel pour une vision complète du périmètre.

Nous regrettons cependant que le caractère parfois ancien de certaines évaluations – notamment celles de la vague B – n'ait pas permis au comité de proposer une analyse sectorielle pleinement homogène sur l'ensemble des laboratoires concernés. Ce point rend plus difficile la lecture consolidée de certaines disciplines. La coordination avec les partenaires sur le périmètre Brestois et l'intégration pleine et entière des équipes du campus Brestois est un axe prioritaire de l'établissement.

Nous souhaitons réaffirmer combien nous partageons les constats très positifs relatifs :

- **Au rayonnement international et au positionnement scientifique d'IP Paris**, dont les travaux se distinguent à l'échelle mondiale dans plusieurs secteurs, notamment en économie quantitative, en mathématiques appliquées, en physique et dans plusieurs domaines des sciences et technologies. Certaines unités de recherche récemment évaluées figurent parmi les toutes meilleures de leurs disciplines.
- **À la dynamique interdisciplinaire**, incarnée par nos centres interdisciplinaires, en particulier dans les champs à fort impact sociétal tels que l'IA, le climat ou la santé.



- **À la richesse de notre écosystème partenarial**, incluant organismes nationaux et acteurs socio-économiques.

Ces constats confortent la stratégie engagée par l'Institut et ses tutelles pour consolider un pôle scientifique de rang mondial, tourné vers les grands enjeux sociétaux. Le comité identifie toutefois quelques points de vigilance relatifs à la structure, à l'organisation, aux ressources humaines et à la valorisation. L'Institut en prend pleinement acte et apporte ci-dessous ses éléments de réponse.

Sur le **plan structurel et organisationnel**, le comité relève :

- la complexité inhérente à une structure fédérative, susceptible de freiner l'appropriation de la stratégie globale ;
- l'intégration récente de l'ENPC, venant accroître l'hétérogénéité du périmètre ;
- la diversité des 44 unités, en taille, tutelles et cultures, qui rend plus difficile un alignement scientifique cohérent ;
- l'existence de logiques d'ancrage local limitant les dynamiques inter-écoles ;
- enfin, la petite taille de certaines unités, qui peut affecter leur visibilité et leur insertion collective.

Pour répondre à ces enjeux, l'Institut et ses écoles-membres s'appuieront sur les **structures fédérales**, départements et centres interdisciplinaires, pour fluidifier les interactions, renforcer les collaborations, et mieux intégrer les laboratoires de l'ENPC et ceux de l'ENSTA à Brest. Les départements, récemment dotés de directeurs élus, verront leurs moyens renforcés et opéreront désormais dans le cadre de lettres de mission clarifiant leur périmètre d'action, tout en veillant à une simplification administrative indispensable.

Concernant les **ressources humaines et la gestion**, le comité souligne plusieurs fragilités :

- la nécessité de renouvellements ou de renforts dans certaines équipes (pôle sociologie du CREST, LVMT) ; des pressions administratives liées à un fort niveau d'activité contractuelle (CMAP) ;
- des charges opérationnelles très élevées dans des unités fortement sollicitées, comme le LOA et le LULI, où la gestion d'infrastructures lourdes, notamment Apollon, pèse fortement sur les équipes.

Ces situations, malheureusement fréquentes dans des unités très attractives, appellent un soutien accru. Nous engagerons un dialogue entre tutelles pour mieux accompagner les équipes afin d'ajuster les moyens humains à la hauteur des charges liées à leur succès. Entre temps, l'École polytechnique a procédé cet automne à la création d'un poste d'expert contrôle-commande au LULI, et continuera à accompagner et renforcer les deux unités clefs que sont le LULI et le LOA.





INSTITUT  
POLYTECHNIQUE  
DE PARIS



ENST2



Les questions de **capacité d'accueil**, notamment au CPhT, sont bien prises en compte dans la planification de la rénovation du bâtiment « peigne » du centre de recherche de l'École polytechnique, ainsi que dans la planification des futurs bâtiments de recherche de l'École polytechnique. En attendant leur réalisation, la surface bâtiminaire disponible reste une contrainte forte pour le développement académique.

Le comité signale également certaines **fragilités structurelles** (CERMICS, en raison de l'évolution du corps des Ponts ; tensions internes au LSI). L'orientation vers une UMR CNRS pour le CERMICS ouvre une perspective stabilisante. Quant au LSI, une nouvelle direction prendra le relais au 1er janvier 2026. Pleinement consciente de la situation du laboratoire, elle implémentera avec la direction de l'École polytechnique un plan de formation et d'accompagnement des personnels du laboratoire dès 2026. De son côté, l'Institut veillera à ce que les tensions identifiées ne perdurent pas.

S'agissant de la **cohésion et de la stabilité** de quelques unités (FOAP, IMSIA) ou de leur **visibilité scientifique limitée** (LINX), une attention renforcée sera portée, notamment via les structures fédérales et des projets fédérateurs, dont le rôle est aussi d'accompagner les unités et de consolider leurs interactions académiques et le sentiment d'appartenance à l'Institut. En ce qui concerne le LadHyX, l'ancrage au sein d'un futur Institut de Mécanique que nous établirons sur le périmètre du bâtiment « Pôle de Mécanique » offrira le cadre du projet fédérateur nécessaire pour guider le développement de l'unité. S'agissant de SAMOVAR, le sentiment d'appartenance à IP Paris est très fort et structurant, ce qui contribuera à améliorer la visibilité et le sentiment d'appartenance au laboratoire.

Enfin, en matière d'**innovation et de transfert**, le comité relève un potentiel incontestable mais encore partiellement exploité, notamment s'agissant de la création de start-up. Le déploiement du PUI IP<sup>3</sup> commence cependant à produire des effets visibles, avec davantage de projets soumis et retenus en prématuration. Un appel à projets dédié aux doctorants est en cours, et le réseau des incubateurs des écoles est en voie de structuration. L'innovation a désormais été rapprochée de la recherche, au sein du périmètre de la vice-présidence recherche et innovation, pour renforcer ces dynamiques.

Nous remercions à nouveau le comité Hcéres pour la qualité de son analyse. Les constats formulés constituent un appui solide pour poursuivre la structuration d'un établissement jeune, en pleine montée en puissance et engagé dans un dialogue permanent avec ses écoles, ses unités et ses partenaires.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de nos salutations distinguées.

Thierry Coulhon,  
Président du Directoire

Institut Polytechnique de Paris – Route de Saclay – F 91128 PALAISEAU CEDEX  
Secrétariat.présidence@ip-paris.fr

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



2 rue Albert Einstein  
75013 Paris, France  
T.33 (0)1 55 55 60 10

[hceres.fr](http://hceres.fr)



@Hceres\_



Hcéres

