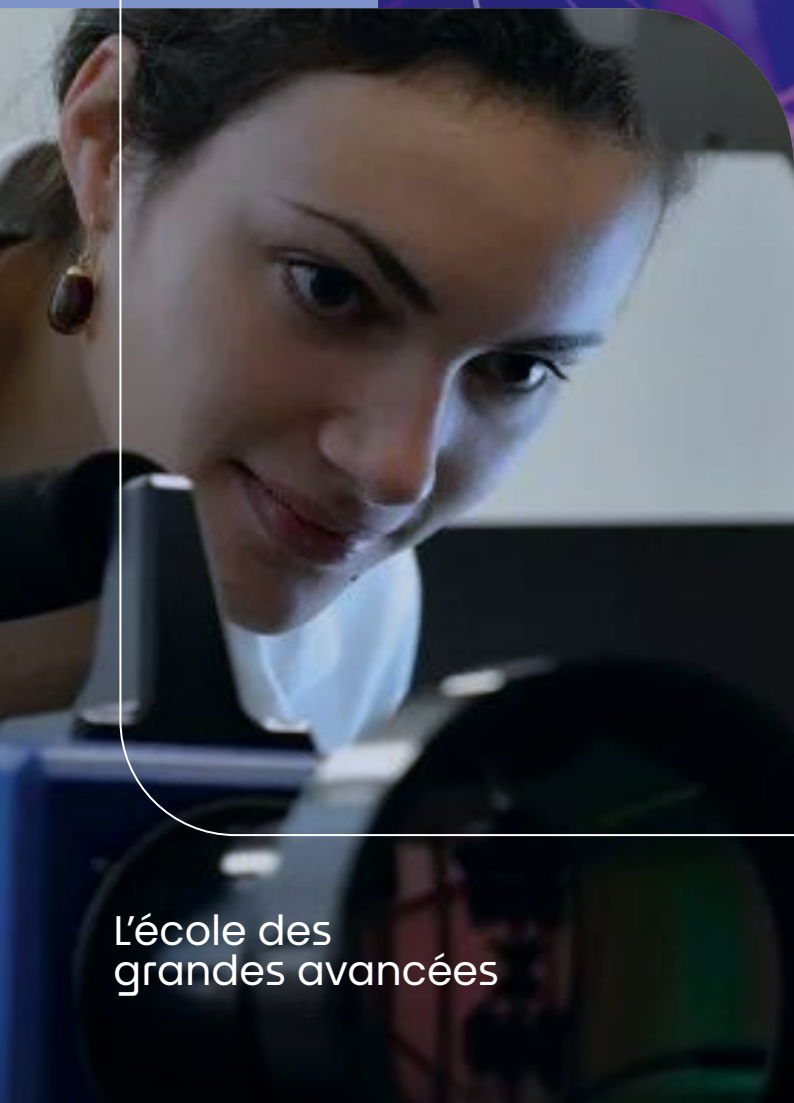


→ 2025/2026

La recherche



L'école des
grandes avancées

ENST2



INSTITUT
POLYTECHNIQUE
DE PARIS



Depuis le 1^{er} janvier 2025 ↗ L'ENSTA regroupe ENSTA Paris → et ENSTA Bretagne dans une nouvelle école d'ingénieur unique ↓ l'école des grandes avancées.

Au sein de l'Institut Polytechnique de Paris, elle rassemble une communauté scientifique élargie, située sur deux campus complémentaires, celui de Paris-Saclay à Palaiseau et celui de Brest sur la façade maritime.

L'ENSTA est un acteur de premier plan dans les secteurs de souveraineté : la défense, les transports et mobilités, les énergies, la santé, le maritime et le numérique. Elle a pour mission de former des ingénieures et ingénieurs de haut niveau, et de conduire des travaux de recherche de tout premier plan, afin de concevoir des solutions innovantes au service d'une société sûre et durable.

Reconnue pour son excellence scientifique pluridisciplinaire, l'ENSTA fusionnée apporte des expertises de pointe à un vaste réseau de partenaires académiques, étatiques et industriels, présentées dans ce panorama 2025/2026.

Bonne lecture.

Estelle Iacona
Directrice générale de l'ENSTA.



Sommaire

Édito	4
Temps forts 2025/2026	6
UFR Mécanique Laboratoires : UMR IMSIA, LMI et UMR IRDL	10
UFR Sciences de l'information et informatique Laboratoires : U2IS et UMR Lab-STICC	14
UFR Mathématiques appliquées Laboratoires : UMR POEMS, IDEFIX (INRIA), OC	18
UFR Chimie et procédés Laboratoires : UCP, UMR LSO (groupe SOR)	20
UFR Physique et optique appliquée Laboratoire : UMR LOA	22
UFR Sciences humaines, économiques et sociales Laboratoires : UMR UEA et FoAP	24
Les Centres interdisciplinaires de l'Institut Polytechnique de Paris CIMO (mers et océan), CIEDS (défense), Hi!PARIS (IA et données), E4C (climat), E4H (santé)	26

➤ 6 unités de formation
et de recherche (UFR)

➤ 13 laboratoires :
unités de recherche et unités mixtes
de recherche (UMR du CNRS)



Professeur à l'ENSTA et directeur du Laboratoire de Synthèse Organique (UMR 7652 X, ENSTA, CNRS) depuis 9 ans, il assure la direction de la recherche et de l'innovation de l'ENSTA depuis le 1^{er} janvier 2025.

Laurent El Kaïm

Édito

de Laurent El Kaïm,
directeur de la recherche et de l'innovation

L'année 2025 a constitué une étape structurante pour l'ENSTA, avec la mise en œuvre effective de sa transformation au sein de l'Institut Polytechnique de Paris. Cette évolution inscrit désormais son développement sur deux campus — Paris-Saclay à Palaiseau et Brest — et renforce son positionnement dans les domaines de la mécanique, des sciences de l'information et de l'informatique.

Plus que jamais, l'ENSTA est engagée sur des enjeux sociétaux majeurs : maritime, sécurité, défense, énergies durables, transports, santé, et le domaine transverse du numérique et de l'intelligence artificielle.

Comme chaque année, les chercheurs et enseignants-chercheurs ont produit des travaux au meilleur niveau international tout en garantissant une formation d'ingénieurs d'excellence.

Le développement de l'ENSTA, suite à la fusion des deux ENSTA et préparée de longue date, a nécessité un effort important de structuration de la recherche.

Plus d'un an après, l'optimisation des procédures se poursuit afin d'assurer un fonctionnement harmonisé des laboratoires sur les deux campus. Les six Unités de Formation et de Recherche (UFR), mises en place fin 2024, ont engagé les premières collaborations thématiques intercampus et préparé la rentrée 2026/2027, fondée sur de nouveaux programmes et parcours d'ingénieurs validés par la CTI en 2025.

Nos UFR réunissent les équipes scientifiques des deux campus de l'ENSTA en Mécanique, Sciences de l'information et informatique, Mathématiques appliquées, Chimie et procédés, Physique et optique appliquée ainsi que Sciences humaines, économiques et sociales.

Elles comportent 13 unités de recherche, des laboratoires majoritairement adossés aux organismes nationaux de recherche, associant les équipes de l'ENSTA à ses partenaires des universités, des écoles d'ingénieurs et de l'industrie. Les unités de Palaiseau ont achevé leurs évaluations Hcéres¹ au premier semestre 2025, avec des résultats globalement excellents, accompagnés de recommandations autour de la mécanique qui rejoignent nos réflexions sur l'évolution des unités de Palaiseau, l'IMSIA et le LMI.

Les unités de Brest, évaluées lors des vagues 2022 et 2024, avaient également obtenu d'excellentes appréciations. L'évaluation des politiques de formation et de recherche s'est par ailleurs appuyée sur un rapport unique à l'échelle d'IP Paris, publié en février 2026 et couvrant l'ensemble des 45 unités de recherche de l'Institut, réparties sur les campus situés à Palaiseau, à Brest ainsi qu'à Marne-la-Vallée.

1 Le Hcéres (Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur) est l'autorité publique indépendante française chargée d'évaluer les établissements d'enseignement supérieur et de recherche, les organismes nationaux de recherche, les unités de recherche (laboratoires) et les formations.



Indicateurs 2025 (au 31 décembre)

Membre fondateur de l'Institut Polytechnique de Paris (IP Paris), l'ENSTA poursuit un engagement fort au sein de l'ensemble de ses structures, en particulier des centres interdisciplinaires. L'année 2025 a ainsi vu l'inauguration du Centre interdisciplinaire Mers et Océan (**CIMO**), porté opérationnellement par l'ENSTA en partenariat avec l'Ifremer. Le démarrage du CIMO a été possible grâce à notre tutelle, la Direction générale de l'armement (DGA), au sein de laquelle l'Agence de l'innovation de défense (AID) a permis la mise en place d'un appel à projet annuel doté de près de 2 millions d'euros pour développer les axes de recherche stratégiques du CIMO.

Cinq projets de recherche ont ainsi démarré en octobre 2025 entre Brest et Palaiseau, traitant notamment de la réduction de l'impact du transport maritime et de l'observation des océans (« 10 000 navires pour l'océan »), deux thèmes majeurs qui ont été présentés lors de la troisième Conférence des Nations unies sur l'océan à Nice, en juin 2025, dans le cadre du One Ocean Science Congress (OOSC) qui se tenait en amont.

Parallèlement, l'ENSTA poursuit son investissement dans le Centre interdisciplinaire d'études de défense et de sécurité (**CIEDS**).

Dans un contexte international incertain, elle renforce ses activités de recherche et de formation au service des missions de souveraineté. Cet engagement s'est concrétisé par la création, en février 2026, du laboratoire commun LARIAD avec l'Agence ministérielle pour l'intelligence artificielle de défense (AMIAD).

En 2026, l'ENSTA proposera le renforcement de la recherche en robotique à travers la création d'un institut de robotique d'IP Paris qui pourrait voir le jour dès la fin 2026, s'appuyant sur de nouvelles plateformes expérimentales, dont un imposant bassin d'expérimentation air-mer nouvellement mis en service sur le campus de Brest (juin 2026) et une volière à drones en préparation sur Palaiseau.

~700
personnels
forment le
centre de
recherche
de l'ENSTA
dont
>250
doctorants

2
campus :
Paris-Saclay
à Palaiseau
et Brest

411
publications
(acl Scopus)

27
chaires et
laboratoires
communs
avec
l'industrie



INSTITUT
POLYTECHNIQUE
DE PARIS



6 écoles d'ingénieurs composent
l'Institut Polytechnique de Paris

L'École polytechnique, l'ENSTA,
l'École Nationale des Ponts et Chaussées,
l'ENSAE, Télécom Paris, Télécom SudParis

➤ 2025/2026

Faits marquants

Récompenses, distinctions, rayonnement



➤
Mécanique & santé

Prix de la fondation des gueules cassées à Jean Boisson

pour la mise au point d'un dispositif nommé DOGMA (distraction ostéogénique magnétique) dédié à la reconstruction osseuse des patients, avec Natacha Kadlup, chirurgienne maxillo-faciale.

[laboratoire LMI]



➤
Mécanique & Énergies marines
renouvelables

Prix jeune chercheur MECAMAT 2025 à Jeanne Cavoit

Elle a depuis soutenu sa thèse début 2026 sur la caractérisation de la durée de vie de panneaux textiles gonflables capables de réduire le bruit sous-marin lors de travaux maritimes.

[laboratoire IRDL, thèse Cifre conduite avec Sealence et Ifremer]

➤
Sciences de l'information
et informatique

Nouvelles Habilitations à diriger des recherches (HDR)

au Lab-STICC (Brest) : Pascal Cotret et Jean-Christophe Le Lann

à l'U2IS (Paris-Saclay) : Zhi Tan et Gianni Franchi.

Félicitations !

➤
Sciences de l'information
et de la communication

Mises à l'honneur internationales

Raul Mazo (par l'université d'Antioquia, Colombie), Adriana Tapus (par l'Académie des Sciences et Techniques, Roumanie), Zhi Yan (par l'Association for Computing Machinery Europe)

➤
Mathématiques

Prix Glover-Klingman

Zacharie Ales et Sourour Elloumi obtiennent le prix Glover-Klingman du meilleur article publié dans le journal scientifique Networks en 2024.



➤
Physique et optique appliquée

Amélie Kies, doctorante au LOA, lauréate de Ma thèse en 180 secondes 2025

à l'unanimité du jury (avril 2025). Sa thèse porte sur la détection de très faibles champs magnétiques, comme ceux émis par les cellules cancéreuses, à l'aide d'un diamant légèrement violet qui est capable d'émettre des flashes qui s'espacent dans le temps lorsque le champ magnétique alentour augmente. L'enjeu final est de pouvoir détecter à un stade extrêmement précoce les cellules cancéreuses.



➤
Optique appliquée

Adrien Leblanc, chercheur au LOA, obtient la prestigieuse bourse de recherche du Conseil européen de la recherche (ERC Synergy Grant)

pour ses expériences d'avant-garde sur l'électrodynamique quantique, la théorie qui unifie l'électromagnétisme et la mécanique quantique afin de décrire la façon dont lumière et matière interagissent.



➤
Sciences humaines,
économiques et sociales

Rozali Badaoui, doctorante, a été récompensée pour son intervention à la conférence IEEE ETECOM 2025

sur la problématique de la protection des données personnelles des étudiants, un des axes de son sujet de recherche sur les défis et opportunités des nouvelles technologies dans l'enseignement supérieur.

Médiation scientifique



Podcast
«Avec Sciences»
 sur France Culture
 par Franck Ruffier
 (chercheur
 en robotique,
 CNRS / ENSTA /
 Lab-STICC, :
 « Antcar, le robot
 bioinspiré qui
 apprend un itinéraire
 en une seule fois ».
 → Diffusé le
 14 octobre 2025



**L'héritage
 scientifique
 d'Archimède
 développé sur
 France Culture
 par Jérôme Pérez**
 (enseignant-
 chercheur en
 astrophysique
 appliquée au
 laboratoire de
 mathématiques
 appliquées).
 → Diffusé le
 26 novembre 2025



**Documentaire
 sur RMC Découverte
 sur le fonctionnement
 des sondes Pitot**
 qui permettent
 de mesurer
 la vitesse des avions,
 expliqué par Luc
 Pastur (enseignant-
 chercheur
 en mécanique,
 laboratoire IMSIA).
 → Diffusé le
 27 novembre 2025



**Reportage
 E=M6 sur la 1^{re}
 télécabine urbaine
 d'Île-de-France,**
 ses avantages
 et inconvénients
 expliqués par Fabien
 Szymtka (chercheur
 en mécanique,
 IMSIA/LMI).
 → Diffusé le
 7 décembre 2025



**Chronique
 sur France Culture
 d'Alexandre
 Daby-Seesaram :**
 « Les chantiers
 de la recherche :
 les jumeaux
 numériques
 dans la santé ? »
 et comment les
 recherches en
 sciences mécaniques
 permettent de
 modéliser et prévoir
 l'évolution de nos
 organes vitaux.
 → Diffusée
 le 31 mars 2026

Nouveautés & temps forts



→
Janvier 2025
 sciences marines

Inauguration du Centre Interdisciplinaire Mers et Océan (CIMO) d'IP Paris, créé par l'ENSTA et Ifremer.

Le CIMO a tenu la 1^{re} édition de son forum annuel, proposant un panorama des projets de recherche initiés pour des transports maritimes durables (axe 1), l'observation de l'océan (axe 2) et la gestion des ressources littorales et côtière (axe 3).



→ Le 1^{er} forum
 du CIMO
 (janvier 2026)
 en vidéo

→
Février 2025
 sciences marines

Lutte antipollution marine

En matière de lutte antipollution marine, l'objectif est de réagir dans les meilleurs délais lors d'accidents en mer et de risques de pollution, objectif favorisé à l'aide de drones téléopérés. Un exercice grandeur nature a réuni les partenaires scientifiques de la pointe bretonne : équipes du CEPOL, du CEDRE et chercheurs en robotique de l'ENSTA (campus de Brest).

→
Février 2026
 au Paris-Saclay Summit

Master Offwind

Estelle Iacona y a présenté la maritimisation de la transition énergétique et le lancement du master Offwind qui répond aux besoins en R&D de l'éolien offshore flottant en formant les experts qui vont permettre d'accélérer le développement de ces parcs situés plus au large des côtes.

→
Juin 2025
 sciences marines

One Ocean Science Congress en appui de la 3^e conférence des Nations-Unies sur l'océan (UNOC3)

Deux enseignants-chercheurs de l'ENSTA, Matthieu Sacher et Laurent Mortier, y ont présenté leurs travaux de recherche pour la réduction des impacts du transport maritime.

Matthieu Sacher a exposé la dynamique multidisciplinaire des travaux conduits en pointe de Bretagne pour accroître l'efficacité énergétique des propulseurs des navires (hélices verticales, foils...).

Les recherches de Laurent Mortier portent sur les observatoires marins avec un nouveau projet emblématique qui vise à instrumenter 10 000 navires de commerce pour collecter des données qui serviront à optimiser les routes maritimes et à réduire les consommations de carburant.

➤ 2025/2026

Nouveautés & temps forts



Janvier 2025

Mathématiques

Création de l'Équipe de recherche associée SOFIA avec la Tunisie

qui renforce les liens entre l'unité mixte de recherche POEMS (UMR CNRS Inria, ENSTA) et le laboratoire LAMHA de la faculté des Sciences de Sfax, dans le cadre du programme de développement des collaborations bilatérales internationales, porté par l'Inria.



Février 2025

Robotique

Programme de recherche d'accélération robotique France 2030 : l'ENSTA au premier rang

Lancement du programme d'accélération robotique France 2030 via un PEPR (Programme et équipements prioritaires de recherche) piloté par le CNRS, auquel participent plusieurs équipes de recherche de l'ENSTA des laboratoires U2IS à Paris-Saclay et Lab-STICC à Brest, impliqués dans les projets PERSEO (cf page 15) et MINIRO, présentés au salon VivaTech 2025.



Mai 2025

SHES

Colloque « Questions de Pédagogie dans l'enseignement supérieur »

QPES réunit tous les deux ans une communauté francophone de l'enseignement supérieur pour partager des pratiques pédagogiques et réfléchir aux évolutions. En 2025, plus de 300 participants étaient réunis à Brest avec une attention particulière sur la place des étudiants dans la construction de l'enseignement de demain.



Juillet 2025

Sciences et ingénierie pour la défense

Opération CIEDS

Comment réparer des pièces de blindés sur les arrières du théâtre d'opérations grâce à la fabrication additive ? Est-il possible de communiquer avec des drones sous-marins évoluant sous la banquise ? Les technologies quantiques peuvent-elles permettre de détecter des mines ? Voici quelques-unes des problématiques très concrètes qui ont été abordées lors d'Opération CIEDS 2025, en droite ligne avec la vocation du CIEDS : repérer dans les laboratoires des 6 écoles de l'Institut Polytechnique de Paris toute percée scientifique ou technologique susceptible de répondre aux besoins du pays en matière de défense et de sécurité.



Septembre 2025

Mécanique

Le labcom Icare inauguré avec le groupe Safran

L'ENSTA (via le laboratoire IRDL) et Safran ont créé le laboratoire commun Icare sur le campus de Brest pour développer des solutions innovantes face à un enjeu majeur industriel : la fatigue des matériaux, responsable de plus de 70 % des ruptures de pièces mécaniques.

Ce partenariat s'appuie sur une méthode expérimentale avancée d'auto-échauffement, permettant d'accélérer considérablement les tests de fatigue des matériaux métalliques et composites.



Septembre 2025

Mécanique

Une nouvelle méthode expérimentale pour reproduire une onde de choc

Une méthode originale a été développée sur le campus ENSTA de Brest et présentée à la communauté internationale dans le journal Shock Waves.

Il s'agit de reproduire un phénomène d'onde de choc ou d'explosion en laboratoire, à très petite échelle, à l'aide d'un laser. Les essais ont validé le rapport entre la puissance du laser et la charge explosive.

↘
Juin 2026

Inauguré le 24 juin 2026, le grand bassin d'expérimentation air-mer de l'ENSTA est unique en France et en Europe.



↘
Novembre 2025

Signature d'un partenariat stratégique avec l'ONERA pour la création d'un pôle d'excellence en recherche

Le 4 novembre 2025, Estelle lacona, Directrice générale de l'ENSTA, signait avec l'ONERA, l'École polytechnique et IP Paris, un accord cadre de partenariat renforcé en mécanique, physique et numérique pour les applications aéronautiques, spatiales et de défense, qui prévoit notamment la création d'un nouvel institut de recherche commun en mécanique.



↘
Février 2026

Sciences et ingénierie pour la défense

Création du LARIAD, laboratoire commun entre l'ENSTA et l'AMIAD sur la robotique et l'IA de défense.

Le 18 février, Estelle lacona et Bertrand Rondepierre, directeur de l'AMIAD, ont signé la convention officialisant la création du LARIAD (Laboratoire robotique et IA pour la défense). Destiné à renforcer les programmes de recherche des deux entités dans les domaines de la robotique et de l'intelligence artificielle, ce laboratoire commun s'inscrit dans une dynamique de mutualisation des technologies et des ressources.

Conçu pour tester des prototypes de grande taille, des flottes de robots autonomes et des systèmes d'observation aériens, de surface et sous-marins, cet équipement constitue un accélérateur d'innovation pour la robotique maritime, les systèmes acoustiques et les technologies d'observation de l'océan. Projet stratégique du CPER breton 2021-2027, il est né du besoin de développer des technologies capables d'explorer, comprendre et surveiller les milieux marins.

Il répond aux défis croissants de l'autonomie robotique et de la coopération entre systèmes évoluant sous l'eau, en surface et dans les airs.

Le bâtiment, d'une superficie de plus de 900 m², est situé sur le campus ENSTA de Brest. Il abrite un bassin d'eau douce de 20 m × 12 m et de 6 m de profondeur, surmonté d'une volière à drones de 5 m de haut, le tout dans une structure entièrement perméable aux ondes GPS, afin de mener des essais à grande échelle dans des conditions maîtrisées, proches du réel en mer.

Accélérer l'innovation maritime

Au cœur des enjeux de souveraineté nationale (défense, énergies marines, préservation des écosystèmes marins, transport maritime durable...) le grand bassin d'expérimentation air-mer est une plateforme unique en Europe, dédiée à la validation de prototypes et technologies avancées.

En permettant de tester dans les conditions proches du réel des algorithmes de positionnement et de navigation des robots sous-marins autonomes, les systèmes de communication acoustique et laser ou les coopérations de drones multi-milieux, il réduit les risques, accélère l'innovation et resserre les liens entre recherche fondamentale, ingénierie et applications opérationnelles.

Des projets d'envergure

menés par les équipes ENSTA du laboratoire Lab-STICC (UMR du CNRS) :

- **RACAM** étudie la cybersécurité des essaims de drones marins autonomes (CPER 2021-2027).
- **ID-GF** (Imageur Distribué Grand Fond) développe des flotteurs autonomes pour l'exploration des grands fonds dotés de nouvelles communications hybrides, sous-marines (projet France 2030).
- **EMOI** (Éolien en Mer Observation intégrée, porté par Ifremer) s'appuie sur de nouveaux profileurs sous-marins autonomes pour observer l'impact des éoliennes en mer sur les écosystèmes marins.
- **Le robot sous-marin ravitailleur (AUVr avec l'AID)** permet aux drones sous-marins de recharger leur énergie et d'échanger des données en autonomie.



La mécanique

L'UFR de Mécanique regroupe sur les campus ENSTA de Brest et Paris-Saclay les équipes de trois laboratoires de recherche (IMSIA, IRDL, LMI), dont deux UMR CNRS.

Elle assure la formation en mécanique théorique, numérique et expérimentale au sein des cursus de l'école et des masters associés.

Les recherches menées allient caractérisation, modélisation et simulation en mécanique des structures, des fluides et des matériaux, jusqu'à des couplages multiphysiques, tirant partie d'approches originales, appuyées par des équipements de pointe.

Portés par une forte dynamique, les projets couvrent les grands domaines d'expertise de l'école et visent à répondre à des enjeux scientifiques, industriels et sociétaux. Les partenariats académiques et industriels sont nombreux, via des laboratoires communs et chaires, des projets européens (ERC...) et nationaux (ANR, ADEME, DGA, groupes de recherche...) et au sein des centres interdisciplinaires d'IP Paris.



Sur les campus de Brest
et de Paris-Saclay (Palaiseau)

SECTEURS D'APPLICATION

- Aéronautique
- Défense
- Énergie
- Environnement
- Maritime
- Santé
- Transports



CONTACTS

yann.marco@ensta.fr
Unité de formation
et de recherche Mécanique,
laboratoire IRDL,
campus de Brest

jean-francois.semblat@ensta.fr
UFR de mécanique, laboratoire
IMSIA, campus de Paris-Saclay

➤ Thèmes de recherche

MÉCANIQUE DES STRUCTURES, DES MATÉRIAUX,
DES FLUIDES

COUPLAGES MULTIPHYSIQUES

CHOC ET IMPACTS

INTERACTIONS FLUIDES-STRUCTURES



L'Institut des sciences de la mécanique et applications industrielles

IMSIA, UMR CNRS 9219 CAMPUS DE PARIS-SACLAY

L'activité de l'IMSIA couvre la mécanique des structures et des fluides, en recherche amont et en lien avec l'industrie ou la DGA.

Il traite des problématiques liées à l'énergie décarbonée, à la défense, ainsi qu'à l'aéronautique, au naval, aux transports terrestres ou au sismique.

Les principaux thèmes de recherche de l'IMSIA :

- Durabilité et sécurité des structures (fatigue, fissuration et usure des composants industriels)
- Fabrication additive et son application à la réparation des structures
- Dynamique des fluides, écoulements complexes et transitoires biphases
- Vibrations structurelles, dynamique des structures et propagation des ondes pour la mécanique.

L'IMSIA et le LMI s'appuient sur une double compétence expérimentale et numérique pour répondre à des forts enjeux industriels en mécanique des structures.



Le Pôle de Mécanique d'IP Paris à Palaiseau

Il jouxte le campus ENSTA de Paris-Saclay et réunit sur plus de 10.000 m² les moyens expérimentaux et les équipes des laboratoires de recherche en mécanique de l'Ecole polytechnique et de l'ENSTA, IMSIA et LMI en particulier.

Ses équipements expérimentaux et matériels de mesure de pointe comptent de grands équipements tels qu'une soufflerie à retour et une soufflerie de type Eiffel, des veines verticales et un tunnel de cavitation, pour les études aérodynamiques et hydrodynamiques.

Une plateforme de fabrication additive et de nombreux équipements permettent également la caractérisation des matériaux et des structures.

Le Laboratoire de mécanique et de ses interfaces (LMI)

Également sur le campus de Paris-Saclay aux côtés de l'IMSIA, le LMI s'intéresse aux problématiques fondamentales et industrielles en mécanique des fluides, des matériaux et des structures, acoustique et vibrations.

Il développe des axes de recherche reconnus dans le domaine de la biomécanique et de la mécanique du vivant ainsi que sur des matériaux dits intelligents ou des métamatériaux.



CONTACT

fabien.szmytka@ensta.fr
laboratoires IMSIA/LMI
campus de Paris-Saclay



L'Institut de Recherche Dupuy de Lôme

IRDL, UMR CNRS 6027 CAMPUS DE BREST

Modéliser les propriétés des matériaux et des systèmes mécaniques en environnement pour prédire leur comportement.

Le projet scientifique du laboratoire privilégie les applications maritimes civiles et de défense en ingénierie des matériaux et des systèmes mécaniques. Il cible les secteurs des constructions navales, de l'offshore et des énergies marines renouvelables et intéresse aussi les transports terrestres, l'aérospatiale et le médical.

L'IRDL est une unité mixte de recherche du CNRS (6027), membre de l'institut Carnot ARTS. L'IRDL fédère les équipes de 2 écoles d'ingénieurs et 2 universités de Bretagne : **ENSTA, Bretagne INP (ENIB), UBS et UBO.**

Sur son campus brestois l'ENSTA contribue à 3 des 5 pôles thématiques de l'IRDL :

- le pôle **Assemblages multi-matériaux**, sur la modélisation et caractérisation multiphysique ;
- le pôle **Structures, fluides et interactions**, sur les déformations sous sollicitations sévères et rapides, i.e. hydrodynamique, impacts en mer et effets des explosions ;
- et le pôle **Comportement et durabilité des matériaux**, sur les effets des sollicitations thermomécaniques et d'environnement.

Les relations fortes et durables des équipes avec les partenaires industriels prennent la forme de multiples thèses CIFRE, de laboratoires communs avec Naval Group, Thales et Safran et d'une chaire ANR « Self Heating » avec Naval Group et le groupe Safran.

Une plateforme expérimentale de grande ampleur, dénommée **Masmeca** (1500 m²) permet des essais multi échelles afin de valider les modèles théoriques et numériques développés.



Exemples de nouveaux projets

MOTEURS :

compréhension et modélisation du phénomène de « déport noyau » lors de la fonderie d'aubes de turbine.
Projet ANR-AID EDDY (ASTRID) avec l'INSA Lyon (LMFA) et Safran PFX

ASSEMBLAGES

INDUSTRIELS COLLÉS :

amélioration de l'adhérence sur plastiques de revêtements latex par ajout de monomères de spécialité.
Thèse Cifre avec Syensqo

RÉSISTANCE À L'USURE

DES ACIERS (fatigue) :
modélisation des effets des traitements thermochimiques à partir de la signature thermique en service.
Thèse Cifre avec Safran Transmission Systems

TRANSPORT MARITIME À LA VOILE :

développement d'outils de mesure et de pilotage des performances.
Projet France 2030 VENFFRAIS II (IRT Jules Verne, plus de 20 partenaires)

NUCLÉAIRE DE DÉFENSE :

étude de la rupture et de la dispersion d'une enveloppe métallique soumise à une détonation.
Thèse CEA/DIF



CONTACT

shabnam.arbab@ensta.fr
laboratoire IRDL,
campus de Brest

sur plus de

➤ 1500 m²

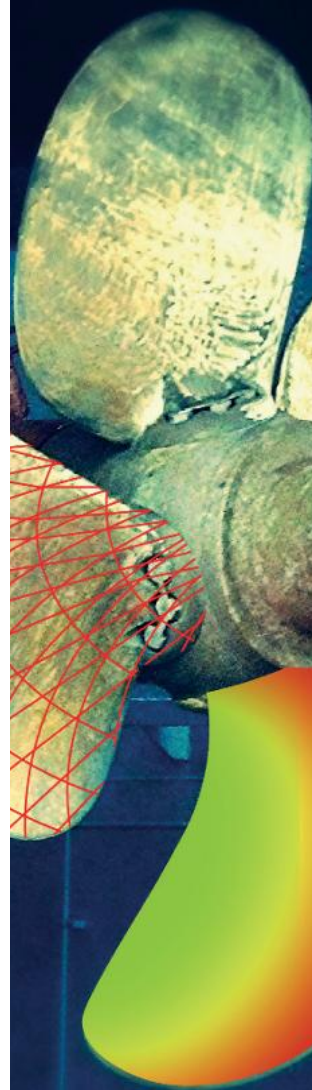
➤ 3 plateaux
de caractérisation :
dynamique,
thermo-mécanique
et physico-chimique

➤ Plateforme technologique MASMECA

Une plateforme expérimentale de grande ampleur permet de disposer de moyens d'essais, de mesures et d'observation couvrant une large gamme d'échelles : de la microstructure à la mini-structure.

- d'importants moyens de mesure et d'observation
- un atelier de prototypage et montage d'essais

▶ Voir Masmeca en vidéo bit.ly/video_masmeca





➤ **Projet financé par l'Institut Carnot ARTS (1,2 M€)**

Durée : 5 ans
(2025-2029)

5 laboratoires impliqués :
IRDL, LAMPA, LCFC, LEM3 et MSMP.



Le recyclage des métaux, un enjeu majeur pour décarboner l'industrie

L'industrie métallurgique représente 7 % des émissions mondiales de CO₂. Le recyclage par refusion des métaux permet de réduire ces émissions, mais induit une dégradation des propriétés des matériaux recyclés due au mélange des nuances et aux impuretés, limitant le potentiel du recyclage.

THERMOS : un projet innovant pour un recyclage par voie solide

En réunissant 5 laboratoires français, l'objectif est d'explorer des voies de recyclage « solides », sans refusion, afin d'obtenir des produits semi-finis à usage structurel. Cinq pistes sont explorées dans le but de proposer des alternatives adaptées à différents gisements métalliques : copeaux, tôles et ferrailles de tailles variables.

Cas concret : le recyclage des coques de sous-marins

À l'ENSTA (Institut de Recherche Dupuy de Lôme), les chercheurs débutent les travaux avec la thèse de Fahan Togba sur le recyclage de tôles épaisses en acier à haute résistance, en collaboration avec la DGA et Naval Group. Les premiers résultats montrent des propriétés mécaniques proches de celles du matériau d'origine, bien supérieures à la filière classique de recyclage. La suite du projet permettra d'améliorer la prévision de ces propriétés et d'analyser l'impact de l'environnement du procédé de recyclage.



Projets financés par l'Agence de l'Innovation de Défense (AID) dans le cadre des centres interdisciplinaires de l'Institut Polytechnique de Paris

FLAMENCOS, un projet du Centre Interdisciplinaire Mers et Océan

[CIMO]

L'ENSTA (laboratoire IRDL) et Naval Group (dans le cadre du laboratoire commun Gustave Zédé) étudient ici la problématique de flambement plastique d'enceintes sous pression hydrostatique et les conditions pour modéliser et anticiper ces déformations irréversibles. La finalité est de développer des méthodologies innovantes de calcul de ces structures qui prennent en compte l'influence du procédé de fabrication (écrouissage, contraintes résiduelles), autrement dit l'état initial du matériau, sur la ruine par flambement plastique.

GRANEX, un projet du Centre Interdisciplinaire d'Études pour la Défense et la Sécurité [CIEDS]

Une équipe ENSTA (laboratoire IRDL) étudie les milieux granulaires (sables, graviers, assemblages de particules) comme matériaux capables de dissiper l'énergie afin d'atténuer les effets d'explosions ou d'impacts. Bien que largement utilisés en génie civil, en industrie ou en physique des sols, ces matériaux sont le plus souvent étudiés sous sollicitations modérées (petites déformations, faibles vitesses). Or, leur structure multi-échelles (interactions entre grains, réarrangements internes) rend difficile la compréhension des mécanismes de dissipation, en particulier sous sollicitations extrêmes. L'originalité de ce projet réside dans l'analyse de leur comportement sous ondes de choc et impacts balistiques, caractérisés par des durées très courtes et des vitesses et pressions élevées.

FRACADDI

[CIEDS]

Les procédés de fabrication additive offrent une grande liberté de conception, mais génèrent des matériaux dont les propriétés varient selon la direction et présentant, à l'échelle microscopique, des zones de composition, de densité ou de microstructure différentes.

Une équipe ENSTA (laboratoire IMSIA) vise à comprendre et caractériser la propagation de fissures dans ces matériaux en suivant deux approches complémentaires : l'une expérimentale, avec des essais réalisés sur des matériaux obtenus par fabrication additive, l'autre théorique, en développant des modèles numériques capables de prendre en compte l'anisotropie et les hétérogénéités internes. Cette compréhension fine permet de mieux appréhender les stratégies de fabrication et d'améliorer la fiabilité des structures ainsi imprimées.

Les sciences de l'information et de l'informatique

Les recherches sont pluridisciplinaires et répondent aux besoins de l'industrie, de l'Etat et de la société de maîtriser des technologies critiques, protéger les données et les infrastructures sensibles, surveiller l'environnement.

Les systèmes de détection avancés et la robotique autonome sont essentiels pour la surveillance et les opérations en milieux hostiles. L'IA embarquée permet la prise de décision en temps réel, et la sûreté de fonctionnement garantit la fiabilité des systèmes.

Au sein du Centre interdisciplinaire mers et océans (CIMO) de l'Institut Polytechnique de Paris, l'axe sciences de l'information porte sur de nouveaux types de capteurs et robots sous-marins pour la collecte de données océanographiques et hydrographiques de précision et la modélisation des interactions océan-atmosphère afin d'amplifier la veille environnementale et la sécurité en milieux marins.

Sur terre les véhicules de plus en plus autonomes qui utilisent l'IA, les capteurs et la communication embarquée participent à la réduction de l'empreinte carbone en assurant une mobilité connectée et sécurisée.

La transformation numérique et l'innovation industrielle sont soutenues par ces travaux, qui font progresser l'IA, la fusion de données multi-capteurs et les architectures logicielles pour les systèmes embarqués.



Sur les campus de Brest et de Paris-Saclay à Palaiseau

SECTEURS D'APPLICATION

- Défense et sécurité
- Mobilité intelligente et durable
- Environnement, océanographie et climat
- Transformation numérique et innovation



CONTACTS

benoit.clement@ensta.fr
Unité de Formation
et de Recherche S2i, laboratoire
Lab-STICC, campus de Brest

goran.frehse@ensta.fr
UFR S2i, laboratoire U2IS,
campus de Paris-Saclay

➤ Thèmes de recherche

IA, EMBARQUÉ, SÛRETÉ, CAPTEURS, RADAR, ARCHITECTURES
HARDWARE/SOFTWARE, TRAITEMENT DE L'INFORMATION, ROBOTIQUE,
SONAR, HYDROGRAPHIE, OCÉANOGRAPHIE, MODÉLISATION OCÉANIQUE



L'unité d'Informatique et d'Ingénierie des Systèmes (U2IS)

L'U2IS développe des recherches sur la conception, l'analyse et la fiabilité de systèmes intégrant des processus décisionnels autonomes. Le laboratoire regroupe les activités de recherche du campus Paris-Saclay de l'ENSTA en informatique, robotique, intelligence artificielle, vision, systèmes embarqués, architectures de systèmes complexes et communications sécurisées. Les recherches de l'U2IS couvrent l'ensemble du spectre scientifique, depuis les développements théoriques et méthodologiques jusqu'à leur validation expérimentale et leur transfert vers des applications dans le transport intelligent, la défense, l'énergie et la santé. Cette articulation entre recherche fondamentale et recherche appliquée, ainsi que la complémentarité des expertises réunies au sein du laboratoire, constituent une identité forte de l'U2IS et nourrissent ses collaborations avec les partenaires académiques et industriels.

L'U2IS entretient des relations étroites avec de nombreux laboratoires dans le cadre de projets collaboratifs pouvant aboutir à la création d'équipes communes, à l'instar de l'INRIA Bordeaux (Équipe Projet FLOWERS) ou de l'AMIAD (LARIAD).



Exprimer des émotions quand on est un robot

Lors de la conférence internationale IROS 2025 (Hangzhou, Chine) l'équipe d'Adriana Tapus a présenté un travail sur l'apprentissage des réactions expressives des robots dans les interactions humain-robot.

L'article propose une architecture basée sur des modèles Seq2Seq permettant aux robots d'apprendre à réagir aux conversations humaines en générant des expressions faciales adaptées à partir de données multimodales.

Les expérimentations montrent que ce système permet aux robots de produire de manière autonome des réactions expressives, à la fois sur des données simulées et lors d'interactions réelles.

Ce travail a été distingué comme Best Paper Finalist dans cette conférence phare de la robotique.



PEPR PERSEO : apprendre aux robots à percevoir ensemble dans des environnements difficiles

Des équipes ENSTA de Paris-Saclay (U2IS) et de Brest (Lab-STICC) contribuent au projet national de robotique autonome PERSEO (PERception coopérative Sûre dans des Environnements Ouverts et évolutifs pour l'autonomie robotique), financé par France 2030 dans le cadre du PEPR (Programme et Équipements Prioritaires de Recherche) Robotique, un dispositif de financement de l'État destiné à soutenir des projets de recherche structurants sur des enjeux scientifiques majeurs.

Lancé fin 2025 pour une durée de six ans et demi, PERSEO réunit 15 laboratoires français afin de développer de nouvelles méthodes de perception pour les robots évoluant dans des environnements complexes. Le projet explore notamment la perception coopérative, où robots et capteurs partagent et fusionnent leurs observations (caméras, LiDAR, radar, sonar...) pour mieux comprendre leur environnement, réduire les incertitudes et rester opérationnels même en cas de conditions difficiles ou de pannes.

Philippe Xu de l'U2IS est co-porteur scientifique du projet. Sur le campus ENSTA de Paris-Saclay, l'équipe U2IS pilote les travaux sur la perception de l'environnement et la compréhension de scène. Côté Brest l'équipe ENSTA du Lab-STICC conduite par Luc Jaulin apporte son expertise en robotique d'exploration de l'environnement marin et développe de nouvelles méthodes associant drones de surface, sous-marins et aériens.



Le laboratoire Lab-STICC

UMR CNRS 6285

Du capteur à la connaissance : communiquer et décider.

Le Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance (Lab-STICC) est une unité mixte de recherche du CNRS (6285). Il fédère les équipes de 3 écoles d'ingénieurs et 2 universités en Bretagne : **ENSTA campus de Brest, IMT Atlantique, Bretagne INP, UBS et UBO.**

Le Lab-STICC couvre un large spectre autour des sciences du numérique lui permettant d'adresser des champs disciplinaires variés, de la conception de dispositifs hyperfréquences aux interfaces homme-machines, suivant des secteurs applicatifs multiples comme la défense et sécurité, l'aérospatial, le maritime ou la santé. Ses équipes sont impliquées dans plusieurs laboratoires communs avec l'industrie, notamment Orange et Thales. Il porte également la chaire ANR IA OceanIX qui réunit une trentaine de laboratoires et entreprises et vise à mieux appréhender les dynamiques des océans en se dotant d'outils de monitoring et de surveillance performants pour répondre aux enjeux sociétaux.

Les équipes de l'ENSTA contribuent à 6 des 9 pôles du Lab-STICC avec 3 objectifs principaux :

- **Percevoir, représenter et décrire l'environnement** (marin, sous-marin, terrestre),
- **Développer des robots autonomes d'exploration** de ces environnements,
- **Concevoir des architectures logicielles et électroniques sûres** pour les systèmes embarqués et les systèmes de systèmes, optimisant les implémentations algorithmiques.

Ces recherches s'appuient sur de nombreux moyens expérimentaux, incluant un bassin de calibrage, une chambre anéchoïque, plusieurs drones multi-milieux et un nouveau hall d'expérimentation de robotique marine et aérienne est en construction qui comprendra un vaste bassin d'essais (une surface de 20m x 12m et 6m de profondeur).



CONTACT

angelique.dremeau@ensta.fr
Lab-STICC, campus de Brest

EXEMPLES DE NOUVEAUX PROJETS

Financés par l'Agence de l'Innovation de Défense (AID) dans le cadre du Centre interdisciplinaire Mers et Océan (CIMO) de l'Institut Polytechnique de Paris.

Collaboration Humain-Robot Multi-plateforme Multi-milieux (CHRoMM), porté par Lab-STICC, U2IS, LTCI et LIX.

Associant les deux campus, **CHRoMM** envisage la coordination de systèmes robotiques hétérogènes (air-terre-mer) pour des missions de surveillance, avec une place particulière dédiée à la démonstration afin de soutenir les résultats théoriques.

LIDAR quantique sous-marin SQUALI (Sub-marine Quantum Lidar), porté par Lab-STICC et LOA.

SQUALI est un projet de lidar sous-marin exploitant les propriétés quantiques de la lumière en utilisant des photons intriqués. L'état quantique d'intrication confère au LIDAR la capacité de détecter des cibles même en cas d'interférences lumineuses ou masquées par des eaux turbides, et donc invisibles pour les systèmes d'imagerie LIDAR conventionnels.

Réflectométrie interférométrique GNSS pour l'observation de la surface marine (RINGOS), porté par Lab-STICC et Shom.

Le projet **RINGOS** vise à utiliser les antennes de navigation par satellite déjà présentes sur les rives et à bord des navires pour mesurer la surface de mer (hauteur d'eau) et, à terme, l'état de mer (vagues, houle). En analysant la puissance des signaux mesurés, il est possible d'y relever la signature des ondes réfléchies par la surface de la mer. Ces oscillations dépendent principalement de la hauteur de l'antenne au-dessus de l'eau et de l'état de mer.



Première scientifique : les émissions de méthane cartographiées sous l'Arctique à l'aide de drones



À l'été 2025, deux chercheurs de l'ENSTA, une ingénieure hydrographe du Lab-STICC et un chercheur en robotique du CNRS, ont conduit une mission scientifique au Svalbard, dans l'Arctique, dans le cadre du **projet GlaciGas**.

L'objectif était de localiser et mesurer les émissions de méthane au fond d'un fjord, gaz récemment libéré par la fonte glaciaire et qui contribue fortement au réchauffement climatique.

La campagne, financée par la Norvège et menée avec une équipe internationale de 11 personnes, a mobilisé deux robots développés par l'ENSTA (CPER ObsOcéan) : Otter Pro, un drone de surface autonome (USV) utilisé pour la bathymétrie du fjord et la détection des émissions de gaz dans la colonne d'eau, et Inky, un robot sous-marin téléopéré (ORV), qui filmait les dégagements de méthane dans des eaux très turbides et réaliser des prélèvements de gaz in situ.

Malgré des conditions particulièrement contraignantes (présence d'icebergs, faible visibilité, variations de densité de l'eau, perturbations du compas magnétique en haute latitude), les équipes ont réussi à cartographier environ la moitié du fjord, à détecter plusieurs zones d'émission (bulles) et à confirmer qu'il s'agissait de méthane.

Cette mission marque une première scientifique : le prélèvement direct de gaz au niveau du fond marin, sous un glacier ayant fondu récemment, sans recourir aux méthodes classiques des carottages dans la glace ou en bordure de glacier.

Les données collectées sont actuellement en cours d'analyse et pourraient ouvrir la voie à de nouvelles collaborations scientifiques internationales associant l'ENSTA, l'Université de La Rochelle, l'UNIS (Svalbard) et l'Université arctique de Norvège.

→ [Article complet sur ensta.fr \(exploration hydrographique\)](#)



Antenne circulaire à ondes de fuite pour le dépointage de faisceaux

Brevet publié en novembre 2025 – [DATA.INPI.FR/BREVETS/FR3162319](https://data.inpi.fr/brevets/FR3162319)

Cette invention porte sur une antenne circulaire innovante, capable de diriger précisément les ondes qu'elle émet dans différentes directions, ce qui offre une grande souplesse d'utilisation.

Concrètement, l'antenne est alimentée par un petit connecteur central (appelé sonde coaxiale) qui lui fournit l'énergie nécessaire pour fonctionner. Elle est fabriquée à partir d'un support isolant, comparable à une plaque, dont chaque face joue un rôle différent.

Sur la face supérieure se trouvent de fines bandes métalliques disposées en cercles, un peu comme des anneaux concentriques, séparés par de petits espaces. Sur la face inférieure, une couche métallique continue sert de support et de référence électrique. Ainsi, en changeant la position du point d'alimentation par rapport au centre de l'antenne, les espaces et les bandes métalliques ne sont plus « perçus » de la même manière par les ondes. C'est ce qui permet de modifier la façon dont l'antenne rayonne, en particulier la direction dans laquelle les ondes sont émises.

→ [Article complet sur ensta.fr \(innovation module antenne\)](#)



Mathématiques appliquées

L'unité de mathématiques appliquées (UMA) mène des missions d'enseignement et de recherche à l'ENSTA en association avec le CNRS, INRIA et EDF R&D. Les thèmes de recherche comprennent la modélisation et la simulation numérique, le contrôle et l'optimisation, le calcul scientifique, la recherche opérationnelle et la science des données, les équations aux dérivées partielles et les probabilités.

L'équipe POEMS

UMR CNRS 7231, ÉQUIPE PROJET INRIA

Ce laboratoire unique est à l'interface des mathématiques appliquées et des sciences de l'ingénieur. Son expertise porte sur l'étude et la modélisation des phénomènes de propagation d'ondes de tous types (élastiques, sismiques, ultra-sonores, acoustiques, électromagnétiques...), l'analyse des équations aux dérivées partielles qui en découlent, la construction de méthodes numériques et leur implémentation efficace.

Exemples de thèmes de recherche :

- Étude des ondes et des résonances pour comprendre comment les phénomènes vibratoires se décomposent et se propagent.
- Développement de méthodes mathématiques et numériques pour modéliser les ondes, notamment via des équations intégrales et des algorithmes rapides.
- Amélioration des méthodes de calcul pour les problèmes de propagation d'ondes complexes, en particulier à haute fréquence ou dans des milieux hétérogènes.
- Imagerie et détection : identification d'objets ou de structures, avec des applications en imagerie médicale et en contrôle non destructif.
- Étude de la propagation des ondes dans des milieux structurés, qu'ils soient organisés (périodiques) ou désordonnés (aléatoires).
- Analyse des ondes dans des matériaux innovants (plasmas, métamatériaux, matériaux anisotropes), posant de nouveaux défis mathématiques et numériques.



Sur le campus
de Paris-Saclay à Palaiseau

SECTEURS D'APPLICATION

- Énergie
- Défense
- Contrôle non destructif

PARTENAIRES PRINCIPAUX

CNAM, Sorbonne Université,
Institut Fresnel, EDF, Naval Group,
CEA



CONTACT

frederic.jean@ensta.fr

➤ Thèmes de recherche

RÉSOLUTION DE PROBLÈMES INVERSES, OPTIMISATION,
SYSTÈMES DYNAMIQUES ET PROBABILITÉS POUR L'AIDE À LA DÉCISION,
PROPAGATION DES ONDES

L'équipe IDEFIX

Elle étudie les problèmes inverses liés aux équations aux dérivées partielles modélisant des systèmes physiques.

Elle développe des modèles mathématiques, notamment par réduction de modèles ou par analyse spectrale, ainsi que des algorithmes numériques pour les problèmes directs et inverses, permettant de reconstruire des informations physiques à partir de mesures indirectes.

Ces méthodes trouvent des applications en imagerie médicale, en acoustique et dans l'inspection non destructive des structures industrielles, notamment en collaboration avec EDF R&D. L'année 2025 a été marquée par le lancement du projet ANR SkinImpact, consacré à l'imagerie de la peau par déformations élastiques, ainsi que par la création de l'équipe associée SOFIA, dédiée au développement de méthodes de type one-shot pour l'inversion de modèles physiques.

L'équipe Optimisation et commande

L'équipe développe des outils mathématiques, algorithmiques et logiciels pour analyser, commander et optimiser des systèmes dynamiques ou stochastiques, en utilisant l'analyse convexe, l'algèbre linéaire, la géométrie différentielle, les probabilités et l'analyse numérique. Intégrée au réseau du plateau de Saclay, elle collabore avec le PGM0, Hi!Paris, Energy For Climate, Quantum-Saclay et le CIEDS, et au-delà avec le CEDRIC (Cnam) et l'enslIE.

Ses résultats saillants de 2025 concernent la modélisation de la physiologie, l'étude d'équations différentielles stochastiques à diffusion dégénérée avec drift distributionnel, la thermodynamique gravitationnelle, la programmation linéaire en nombres entiers pour l'apprentissage automatique et la classification, l'optimisation dynamique et ses liens avec l'apprentissage automatique et les machines à noyau, ainsi que les interactions entre l'optimisation et le calcul quantique.

Mettre les oreilles d'or à l'abri des fausses notes

La capacité des sous-marins à mener à bien leurs missions dépend directement du bruit que leurs différentes composantes propagent. Dans une thèse de doctorat soutenue en avril 2025, Louise Pacaut a ouvert de nouvelles perspectives sur la prédiction du bruit rayonné par différentes parties essentielles des sous-marins (barres de plongée, ailerons, hélices).

Ce bruit vient en effet polluer les mesures des sonars, ce qui peut induire en erreur les opérateurs et les faire passer à côté d'une détection cruciale. Cette thèse conduite au sein de l'équipe POEMS propose notamment une méthode qui, partant d'un écoulement turbulent sur une structure donnée, permet de prédire le bruit rayonné en économisant de nombreuses étapes grâce à de nouvelles méthodes de calcul.

Imager les amorces de fissures dans les générateurs de vapeur

Les générateurs de vapeur sont des points critiques des centrales nucléaires. Constitués de milliers de tubes en U inversé, ils sont parcourus par l'eau du circuit primaire, radioactive, d'où la nécessité de les inspecter régulièrement pour anticiper tout risque de fuite.

Dans sa thèse soutenue en octobre 2025, Morgane Mathevet de l'équipe IDEFIX a établi un algorithme d'optimisation de forme par descente de gradient permettant de reconstruire la géométrie des fissures à partir des mesures obtenues par des sondes à courant de Foucault. Ces sondes génèrent un champ magnétique induisant des courants dans le métal des tubes. Ces courants sont sensibles à la présence de dépôts de matière conductrices ou de fissures.

Mais les fissures sont difficiles à reconstruire car ces dernières présentent des singularités à leurs extrémités, délicates à traiter numériquement.

Dans sa thèse Morgane Mathevet a pour ce faire appliqué une approche lagrangienne permettant une description volumique du gradient de forme moins sensible aux irrégularités, plutôt qu'eulérienne, qui est l'approche usuelle donnant lieu à une expression surfacique.



Chimie & procédés

L'activité de l'Unité de Chimie et Procédés (UCP) s'articule autour de deux grands thèmes que sont le génie des procédés (combustion, thermochimie, biocarburants, hydrates de gaz, filière hydrogène) et la synthèse organique et réactivité.

🎯 Génie des procédés

Le groupe génie des procédés mène des activités de recherche et de formation dans les domaines de la thermodynamique, de la thermochimie, de la combustion et de la thermophysique.

Ces travaux, à la fois expérimentaux et théoriques, ont des applications dans des secteurs tels que l'énergie, les transports, l'environnement, le spatial et la sécurité des procédés.

🎯 Synthèse organique et réactivité (SOR)

Le groupe SOR du laboratoire LSO met l'accent sur la synthèse de nouvelles molécules et l'étude de leur réactivité. Le groupe mène des travaux visant à développer des méthodes innovantes, contribuant ainsi à des avancées dans des domaines tels que la chimie médicinale et la chimie des matériaux.

Le groupe SOR est intégré à l'Unité Chimie et Procédés et bénéficie ainsi de collaborations interdisciplinaires et de synergies avec d'autres domaines de la chimie et du génie des procédés.

UMR 7652 qui associe le CNRS,
l'École polytechnique et l'ENSTA

➤
**Sur le campus
de Paris-Saclay à Palaiseau**

SECTEURS D'APPLICATION

- Énergie
- Transports
- Environnement
- Spatial
- Sécurité des procédés
- Industrie pharmaceutique

PARTENAIRES PRINCIPAUX

École des Mines,
École polytechnique,
ONERA, IFPen, SAFT,
MAIASPACE, CEA, CNRS



CONTACT

jean-francois.hochepped@ensta.fr

*Depuis le 1^{er} janvier 2026
Jean-François Hochepped
succède à Laurent Catoire
à la direction de l'UCP.*

➤ Thèmes de recherche

COMBUSTION, THERMOCHIMIE, BIOCARBURANTS
HYDRATES DE GAZ, FILIÈRE HYDROGÈNE, MATÉRIAUX



Décarbonation : véhicules électriques et lanceur spatial réutilisable

→ En cohérence avec la stratégie scientifique

ENSTA, l'UCP s'est engagée en 2025 dans trois thèses, deux liées à la décarbonation et une liée au lanceur réutilisable européen.

Une nouvelle thèse s'inscrit dans le cadre de l'objectif européen de neutralité carbone du transport par l'électrification des véhicules et porte plus précisément sur le comportement des batteries électriques.

Prometteuse en termes de décarbonation, la solution compte encore des défis de coût, de recyclage et surtout de sécurité. Ces dernières années, de nombreux accidents liés aux batteries lithium-ion ont été relayés par les médias, impliquant par exemple des incendies de bus électriques.

Dans ce contexte, la thèse CIFRE d'Eva Jadot s'intéresse à la prévision des comportements de combustion et à la modélisation des gaz émis lors de l'emballement thermique des batteries lithium-ion à l'échelle de la cellule.

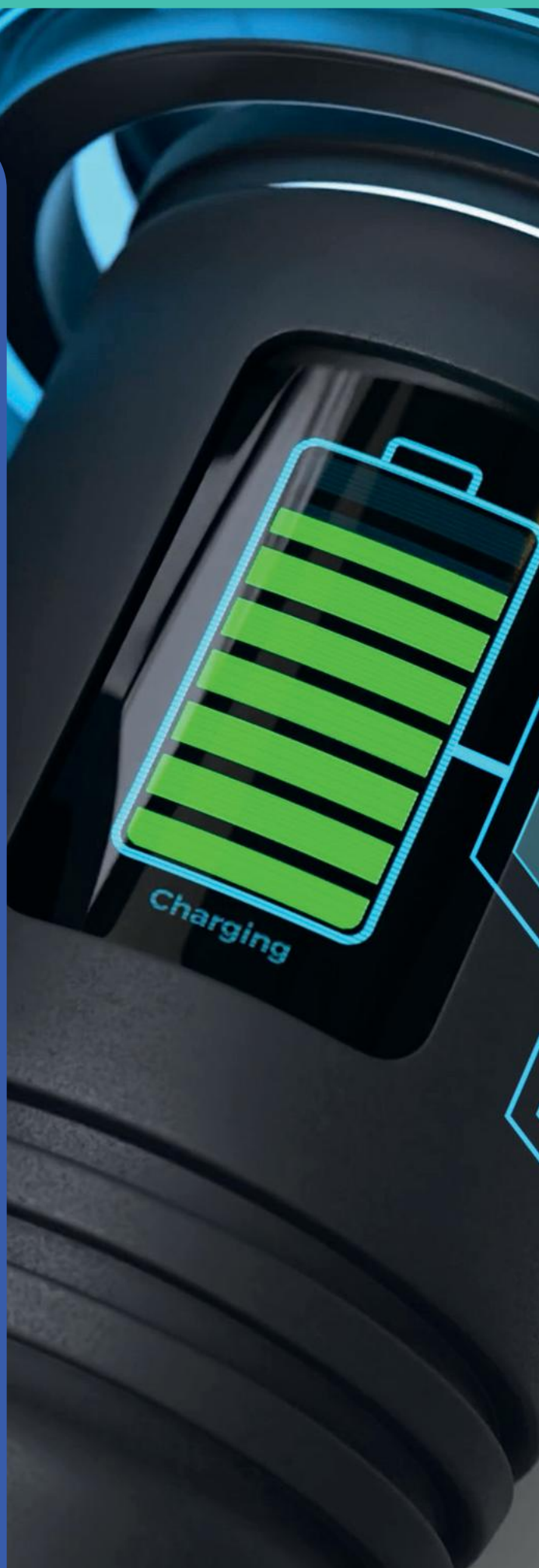
Elle est financée par SAFT, entreprise spécialisée dans les technologies de batteries, filiale à 100% de TotalEnergies, et conduite en partenariat avec IFP Energies Nouvelles (IFPEN).

Deux thèses participent au projet européen de lanceur spatial européen réutilisable.

La thèse de Baptiste Romain porte sur la combustion du système CH₄/O₂ qui sera mis en œuvre pour le projet de lanceur. Elle est financée par l'ONERA, le CNES et MAIASPACE, qui est une filiale à 100% d'ArianeGroup.

Une autre thèse porte sur la combustion de l'ammoniac, solution stratégique de repli si jamais l'alternative hydrogène venait à être abandonnée ou délaissée.

La thèse financée par France 2030 relève du programme stratégique SPLEEN sur la réduction des émissions industrielles. Elle est conduite au sein d'un consortium associant le CNRS, l'IFPEN, le CEA et l'ENSTA.



Physique & optique appliquée

Le Laboratoire d'optique appliquée (LOA)

UMR 7639 CNRS/ENSTA/École polytechnique

Pionnier dans l'interaction laser-matière et la physique des plasmas depuis plus de 30 ans, l'activité de recherche du laboratoire couvre un large spectre de sujets en science ultra-rapide, incluant le développement de systèmes laser femtosecondes (10⁻¹⁵ s) ultra-intenses, la physique de la filamentation laser dans l'air ainsi que la réalisation de sources compactes de rayonnement et de particules énergétiques pour des applications académiques, sociétales et industrielles.

Le LOA développe des sources ultra-brèves de rayonnements (impulsions lasers intenses, flashes X) et de particules énergétiques (électrons et protons) sur des sites expérimentaux regroupés. Ses équipes utilisent ces sources pour des applications à la physique du solide, la physique des plasmas, l'étude de l'interaction laser-matière.

Avancées sur les principaux axes de recherche

En 2025, le Laboratoire d'Optique Appliquée (LOA) a poursuivi ses travaux sur le développement de sources laser femtosecondes et sur l'étude de leur interaction avec la matière, des plasmas aux matériaux. Les recherches ont porté sur l'amélioration des performances des lasers ultra-intenses, la production de sources secondaires de particules et de rayonnements ultrarapides, ainsi que sur l'exploration des dynamiques ultracourtes dans les matériaux quantiques. Ces activités s'inscrivent dans les axes de recherche de longue date du laboratoire, mêlant avancées expérimentales, modélisation des processus, et développements des infrastructures de recherche.



**Sur le campus
de Paris-Saclay à Palaiseau**

SECTEURS D'APPLICATION

- Lasers intenses
- Plasmas par laser
- Sources de rayonnement et de particules
- Matériaux quantiques
- Filamentation laser

PARTENAIRES PRINCIPAUX

THALES, ONERA, DGA,
Institut Curie, Union européenne



CONTACT

stephane.sebban@ensta.fr



➤ Thèmes de recherche

INTERACTION LASER-MATIÈRE
PHYSIQUE DES PLASMAS
SCIENCE ULTRA-RAPIDE

✓ Moyens expérimentaux et laboratoire commun

Dans le cadre du projet LAPLACE, le LOA a poursuivi le développement de faisceaux d'électrons relativistes à haute cadence ainsi que de sources de rayons X ultrabrèves. Ces dispositifs visent des applications en contrôle non destructif et en radiobiologie à haut débit de dose.

Aussi, le hall du bâtiment D, désormais désigné comme la salle bleue, accueille les activités de filamentation laser haute cadence associées au système laser haute énergie à kHz développé par l'entreprise allemande Trumpf dans le cadre du projet européen de paratonnerre laser (LLR).

Depuis la fin de cette même année, ce hall est également mobilisé pour le projet DGA EPAT, dont l'objectif est le développement d'une antenne plasma RF générée par des arcs électriques guidés par laser. Menés en collaboration avec l'ONERA et la PME ITOPP, ces travaux requièrent l'utilisation d'un générateur Tesla délivrant des impulsions de 300 kV, ainsi que de générateurs et détecteurs radiofréquence.

≡ Principaux résultats 2025

En 2025, le LOA a franchi plusieurs avancées majeures en physique des lasers ultra-intenses. Les équipes ont démontré la génération de rayonnement attoseconde en focalisant un laser à haute cadence sur une cible liquide, ouvrant la voie à l'exploration de dynamiques électroniques ultrarapides.

Par ailleurs, au sein d'un consortium international, Adrien Leblanc (groupe UPX) est partenaire du prestigieux ERC Synergy Grant 2025 « NP-QED », consacré à l'étude des régimes non perturbatifs de l'électrodynamique quantique, où le vide devient un milieu non linéaire sous des intensités lumineuses extrêmes. Enfin, une collaboration LOA-CEA a produit, sur l'installation Apollon laser facility, des faisceaux d'électrons quasi monoénergétiques dépassant 2 GeV, ouvrant des perspectives pour les accélérateurs compacts et les lasers à électrons libres.





Sciences humaines, économiques et sociales

En synergie avec les laboratoires du département Sciences Sociales et Management d'IP Paris, l'UFR SHES de l'ENSTA réunit des expertises en économie, gestion, sciences de l'éducation, sociologie et information-communication, réparties entre Brest (laboratoire FoAP, UR 7529) et Paris-Saclay (laboratoire UEA, UMR 9217). Cette complémentarité permet de croiser les approches, en recherche et formation des ingénieurs, sur des thèmes stratégiques : souveraineté, défense-sécurité, innovation, transitions et métiers de l'ingénieur.



Sur les campus de Brest
et de Paris-Saclay (Palaiseau)

SECTEURS D'APPLICATION

- Défense-sécurité
- Maritime
- Transition écologique
et sociale



CONTACTS

richard.legoff@ensta.fr
SHES, laboratoire UEA, campus
de Paris-Saclay

marieke.stein@ensta.fr
SHES, laboratoire FoAP,
campus de Brest

➤ Thèmes de recherche

SOUVERAINETÉ, INNOVATION, DUALITÉ,
TRANSITIONS, COMPÉTENCES DES INGÉNIEURS

[laboratoire]

L'Unité d'Économie Appliquée (UEA)

ASSOCIÉE À L'UMR 9217, ENSTA CAMPUS DE PARIS-SACLAY

Les travaux portent sur la modélisation économique des effets d'embargos, l'industrie spatiale, les réseaux criminels, l'absorption de l'IA dans l'industrie de défense ou encore le transport maritime sous l'angle de la biodiversité marine.

En 2025, l'équipe renforce sa production traitant de questions d'innovation, de technologies et de souveraineté et consolide ses projets structurants en lien avec les industriels de la BITD, CMA-CGM, la Banque Mondiale, la Gendarmerie Nationale, l'AID et le CIEDS au sein de projets comme Polaris (conflits et polarisations), Crotale (New Space), RésiCheVal (résilience des chaînes de valeurs pour le réarmement).

L'UEA participe aussi à l'organisation du Forum Innovation RRI (Réseau de Recherche sur l'Innovation) et s'implique dans des initiatives maritimes (UNOC, CIMO) et pour la défense (CIEDS, Chaires des Hautes Études pour la Souveraineté sous le haut patronage de la DGA).

Cette dynamique prolonge les programmes engagés sur la cartographie de l'innovation technologique duale et l'analyse des conflits, en renforçant les liens entre recherche académique, industrie et action publique, y compris avec le projet CaRD en prématuration IP Paris.

[laboratoire]

L'unité de recherche Formation et Apprentissages Professionnels (FoAP)

UR 7529, ENSTA CAMPUS DE BREST,
CNAM PARIS ET L'INSTITUT AGRO DIJON

Le laboratoire développe un axe de recherche centré sur la souveraineté, les politiques industrielles et la formation des ingénieurs.

En juillet, à Brest, un workshop réunissant l'UEA et FoAP autour d'un dialogue interdisciplinaire consacré à la notion de souveraineté a constitué un moment structurant pour l'équipe FoAP. Celle-ci a approfondi cette thématique en organisant un séminaire sur les enjeux contemporains de souveraineté dans les politiques industrielles, à travers deux conférences : l'une consacrée au dispositif français de contrôle des investissements étrangers (IEF), l'autre portant sur l'industrie des semi-conducteurs à Taïwan.

Deux nouveaux projets portent également cette thématique : InSTIg « Ingénieurs et souveraineté technologique dans les industries stratégiques » (financement CIEDS) et « Ingénieurs dans les secteurs stratégiques : la souveraineté industrielle et énergétique comme défi pour la formation en ingénierie » (partenariat Hubert-Curien ORCHID) avec un financement bilatéral du Ministère des Affaires étrangères et du Ministère taïwanais de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Par ailleurs, un projet ANR DOCMI « Les doctrines militaires en France » a été déposé.

Faits marquants

Projet RésiCheVal

Financé par le CIEDS d'IP Paris, il vise à développer des formalismes de graphes et des outils permettant d'évaluer la capacité des filières associées à l'industrie de défense à résister dans un environnement géopolitique incertain où l'innovation technologique est une condition essentielle de la supériorité des forces armées.

Il envisage deux formes de résilience : la statique, fondée sur la diversification des canaux d'approvisionnement à l'échelle internationale, et la dynamique, fondée sur l'innovation technologique et le développement local de nouvelles capacités de production. Cette approche est actuellement expérimentée sur le domaine des semi-conducteurs.



L'équipe FoAP a consolidé en 2025 la portée internationale de ses travaux :

- Poursuite du projet européen Erasmus+ In4STEM, pour une plus grande diversité des étudiants et leur meilleure intégration en sciences, technologies et ingénierie, en ciblant les femmes élèves-ingénieures, les étudiants de « 1^{re} génération » (dont les parents n'ont pas fait d'études supérieures), les apprentis-ingénieurs et les élèves internationaux ;
- Le projet européen COST (coopération européenne en science et technologie) baptisé FOGOS qui porte sur la gouvernance de l'espace extra-atmosphérique ;
- Et plusieurs publications dans des revues et ouvrages internationaux : Journal of Philosophy of Education, Atlas of the Anthropocene...

Centres interdisciplinaires d'IP Paris

Les 7 Centres interdisciplinaires de l'Institut Polytechnique de Paris combinent les expertises des chercheurs des écoles constituant l'Institut ainsi que de leurs partenaires pour répondre à des grands problèmes sociétaux par la complémentarité des points de vue et des méthodologies de chaque discipline. Panorama 2025 pour 5 de ces centres.

CIMO

[CENTRE INTERDISCIPLINAIRE MERS ET OCÉAN]

Réunissant **les équipes de recherche interdisciplinaires de l'IP Paris et d'Ifremer**, le CIMO s'intègre pleinement dans les initiatives françaises visant à **diminuer l'empreinte écologique des activités maritimes et à renforcer la surveillance environnementale des milieux marins**.

La fusion des ENSTA en 2025 au sein d'IP Paris offre une nouvelle dynamique en recherche, formation et innovation pour répondre aux grands enjeux sociétaux dans les activités maritimes. La création de ce centre vient enrichir les capacités d'enseignement et de recherche dans un domaine stratégique. Il tire profit de la convergence entre les laboratoires de recherche d'IP Paris et l'expertise d'Ifremer, renforcée par les industriels spécialisés dans ce domaine. Les activités de recherche du CIMO s'interfacent avec celles d'autres centres interdisciplinaires tels que le CIEDS, Hi! Paris et E4C.

Avec plus de 120 chercheurs d'IP Paris, dont la moitié à l'ENSTA, et des équipes d'Ifremer, répartis au sein de 22 laboratoires et 4 plateformes scientifiques et technologiques, le CIMO couvre trois axes :

- Le génie maritime pour des navires durables
- L'observation de l'océan au service de la société
- La gestion des ressources, l'aménagement côtier, l'environnement et l'économie bleue

L'ambition du centre Mers et Océan est de **relever les grands défis** de notre époque en lien avec la **transition écologique** et la **préservation des océans**, autour de quatre piliers :

- **Promouvoir** l'expertise scientifique d'IP Paris à travers des applications maritimes
- **Augmenter l'offre de formation** d'IP Paris dans le domaine maritime (Master and PhD track)
- **Développer des partenariats** avec des instituts de recherche maritime d'envergure
- **Rechercher des financements** auprès d'agences publiques et d'entreprises privées pour développer des projets de recherche

Soutenu par le ministère des Armées et l'Agence d'Innovation de défense et opéré par l'ENSTA, le CIMO a lancé son premier appel à projet en octobre 2024 pour adresser les enjeux de défense dans le domaine maritime. Les cinq premiers projets financés par l'AID ont démarré en octobre 2025, tandis que la 2^e vague d'appel à projet pour 2026 était lancée. Parmi eux, 4 projets impliquent l'ENSTA à travers les laboratoires IRDL, U2IS, Lab-STICC et LOA.

À l'international, le centre était présent à la Conférence des Nations Unies pour l'Océan en juin 2025 à Nice pour dévoiler son projet «10 000 navires pour l'océan». Portée avec la cellule OceanOPS de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et la Commission Océanographique Intergouvernementale de l'UNESCO, cette initiative internationale vise à équiper 10 000 navires commerciaux d'ici 2035 avec des capteurs météorologiques standardisés et totalement automatisés et 1000 d'entre eux avec des capteurs océanographiques plus complexes.

Ces navires contribueront au système mondial d'observation de l'océan (GOOS) en fournissant des données temps réel sur l'atmosphère et l'océan de surface.

CIEDS

[CENTRE INTERDISCIPLINAIRE D'ÉTUDES POUR LA DÉFENSE ET LA SÉCURITÉ]

Dans un monde où les nouvelles technologies jouent un rôle prépondérant, l'Institut Polytechnique de Paris a créé le CIEDS en 2021 pour imaginer et développer des réponses aux besoins technologiques du secteur de la défense. Le CIEDS bénéficie d'un soutien fort du ministère des Armées et de l'Agence de l'innovation de défense. Il intervient sur les domaines scientifiques clés de l'IP Paris en matière de recherche, de formation et d'innovation pour y promouvoir une large prise en compte des problématiques liées à la défense.

Le CIEDS a deux grands objectifs fondateurs :

- **Développer des technologies de rupture** pour les besoins de défense et sécurité
- **Instaurer une large prise en compte des enjeux de défense et sécurité** au sein d'IP Paris.

Les projets portés par le CIEDS se répartissent selon 10 grands axes scientifiques. Ces axes sont en adéquation avec les 14 domaines d'innovation définis par l'Agence de l'innovation de défense.

En 2025, sur les 27 projets actifs financés à travers le centre, 10 sont directement menés par des chercheurs des différents laboratoires de l'ENSTA et 2 au travers d'associations avec des chercheurs de l'École polytechnique ou de Télécom Paris.



Hi! Paris

[PARIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SOCIETY]

L'Institut Polytechnique de Paris rassemble des forces de recherche de premier plan en science des données et en intelligence artificielle. En collaboration avec HEC Paris, il a créé un centre interdisciplinaire en science des données et intelligence artificielle qui développe des projets à application industrielle et sociétale.

La feuille de route de Hi! Paris Cluster 2030 a démarré à Paris-Saclay avec le lancement des premières opérations de recrutement de tenure tracks. Pour la première vague de recrutement à compter de septembre 2025, l'ENSTA obtient une chaire externe et un poste d'enseignant-chercheur. 6 projets de recherche de l'ENSTA ont bénéficié de financement Hi! Paris en 2025.

E4C

[ENERGY4CLIMATE]

Le Centre interdisciplinaire Energy4Climate (E4C), créé en juin 2019, s'engage dans la transition énergétique à travers la recherche, la formation et l'innovation.

Face à un défi climatique d'une ampleur inédite, dont l'origine humaine est désormais établie, le centre Energy4Climate contribue à l'objectif de maintenir le réchauffement climatique en dessous de 2°C en développant des solutions adaptées et durables.

Une trentaine de laboratoires collaborent au sein d'E4C, autour de quatre thématiques transversales

visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, améliorer l'efficacité énergétique, accélérer le déploiement des énergies renouvelables et évaluer les politiques publiques.

Les chercheurs de l'ENSTA sont actuellement associés à deux projets structurants du centre, d'autres recherches étant soutenues au travers de quatre thèses encadrées par des chercheurs de l'ENSTA, une à l'Unité chimie et procédés et trois à l'Unité de mathématiques appliquées.

E4H

[ENGINEERING FOR HEALTH]

Le centre de recherche interdisciplinaire Engineering for Health (E4H) a pour ambition de façonner l'avenir des sciences de la vie et de la santé et de relever des enjeux sociétaux majeurs.

Notre société vit une révolution rendue possible par la convergence d'un ensemble de technologies et de pratiques médicales qui offrent des opportunités sans précédent pour des approches innovantes de la pratique médicale et de la recherche en sciences de la vie.

La vision qui anime E4H est que pour saisir ces opportunités et réaliser leur plein potentiel, il faut une approche hautement interdisciplinaire où les spécialistes des sciences quantitatives et sociales collaborent étroitement avec les communautés des sciences de la vie et de la médecine.

E4H contribue notamment aux efforts de recherche de l'ENSTA en finançant des postes dans le cadre du programme Tenure Track IP Paris.

L'école des grandes avancées



VOUS SOUHAITEZ NOUS CONTACTER :

École Nationale Supérieure de Techniques Avancées

Campus de Paris-Saclay (siège)
828, Boulevard des Maréchaux
91762 Palaiseau Cedex

Campus de Brest
2 rue François Verny
29806 Brest Cedex 9

Direction de la recherche
recherche@ensta.fr

Direction de la communication
communication@ensta.fr