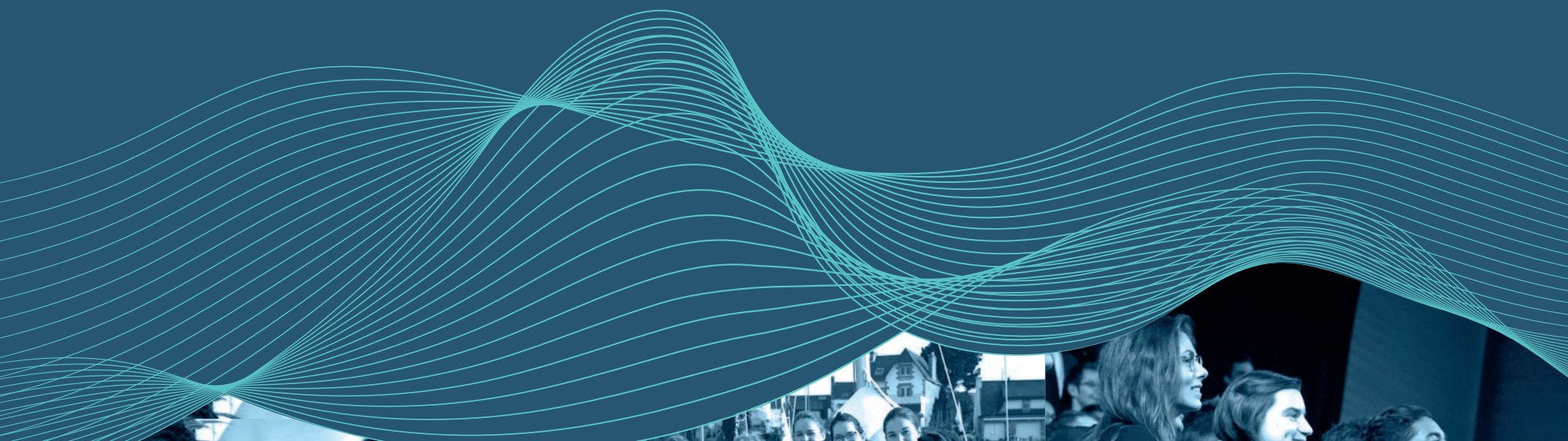




**ENSTA
BRETAGNE**

RAPPORT ANNUEL 2019



SOMMAIRE

p. **4 MISSIONS ET AMBITIONS**

- p. **5** • Grande école de rang mondial
 - p. **6** • Nos missions
 - p. **8** • Un rayonnement international amplifié
 - p. **10** • Une école tournée vers les entreprises
 - p. **12** • Nos domaines d'excellence
 - p. **17** • Nos partenaires et réseaux
-

p. **18 TEMPS FORTS 2019**

p. **22 LES FORMATIONS**

- p. **24** • Former des ingénieurs et des experts
 - p. **26** • La conduite de projets : l'ADN de l'ENSTA Bretagne
-

p. **28 TALENTS ET RÉCOMPENSES**

p. **30 ENSTARTUPS, L'INCUBATEUR**

p. **32 LA RECHERCHE**

- p. **34** • L'Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRDL, UMR CNRS 6027)
 - p. **40** • Le Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance (Lab-STICC, UMR CNRS 6285)
 - p. **47** • Équipements de pointe au centre de recherche
 - p. **48** • L'unité de recherche Formation et Apprentissages Professionnels
-

p. **50 CAMPUS**

- p. **50** • Budget et effectif
 - p. **51** • Développement durable & responsabilité sociétale
-



Hervé Guillou, PDG de Naval Group et parrain de la promotion ENSTA Bretagne 2019, a présidé la 49e cérémonie de remise des diplômes, le 30 novembre 2019.

Joël Barre, délégué général pour l'armement, a découvert l'ENSTA Bretagne et son centre de recherche, le 10 octobre 2019.



ENSTA Bretagne a reçu les représentants de l'Agence de l'innovation de défense (AID), le 1^{er} février 2019.



Nous avons vécu une année 2019 exceptionnelle.

Les investissements scientifiques conduits depuis plusieurs années se sont concrétisés par la mise en service d'un nouveau bâtiment de recherche de 1600 m² abritant des plateformes de mesure des matériaux jusqu'à l'échelle nanométrique et par l'installation d'équipements de cybersécurité hautes performances dans un bâtiment de 850 m² totalement rénové.

La rentrée a conforté la pertinence de ces investissements. L'école est une nouvelle fois en tête du concours Mines-Télécom. L'excellence des recrutements en classes préparatoires a fait écho au haut niveau des enseignants chercheurs qui nous ont rejoint en cohérence avec les investissements scientifiques. ENSTA Bretagne attire les meilleurs candidats, en formation comme en recherche.

Le succès de la rentrée 2019 s'apprécie aussi en formation d'ingénieurs par alternance où l'effectif a progressé pour dépasser le cap des 50 étudiants par promotion.

Une rentrée 2019 réussie et marquée par une mixité record. Plus d'un tiers d'étudiantes composent la promotion de 1^{re} année. Les nombreuses actions menées ont porté leurs fruits et seront renouvelées pour que ce rééquilibrage s'inscrive durablement.

Enfin, outre cette attractivité, c'est la rapidité d'emploi des diplômés, dans nos 10 domaines d'expertise, et leurs évolutions professionnelles qui nous récompensent. Cette réussite a été appréciée lors de la cérémonie de remise des diplômes, en novembre 2019. 350 nouveaux diplômés, ingénieurs, master(e)s et docteurs, en activité sur des missions très variées, composent la 49^e promotion ENSTA Bretagne, parrainée par Hervé Guillou.

La politique de recherche, de partenariats et d'innovation de l'ENSTA Bretagne, saluée par la création d'un nouveau laboratoire commun avec Naval group sur les Systèmes Embarqués Naval Intelligent et d'une chaire avec Thales sur les systèmes autonomes d'observation marine, sont les moteurs de

notre succès. Le haut niveau et le volume des productions scientifiques, fortement tournées vers les applications industrielles, civiles et militaires, avec de nombreuses entreprises, la DGA et l'AID, font de l'ENSTA Bretagne un acteur structurant de la recherche.

L'école est impliquée dans des programmes multidisciplinaires, pluriannuels, régionaux, nationaux ou européens, pour des applications étendues : le maritime, la défense, les transports, l'aérospatiale, les énergies ou le numérique. Avance technologique ou transports du futur, les enjeux sont le plus souvent environnementaux.

En technologies de l'information et sciences mécaniques, les équipes scientifiques ENSTA Bretagne répondent à ces défis au sein de laboratoires multi-établissements reconnus (UMR du CNRS Lab-STICC et IRDL), mais aussi de chaires et de laboratoires communs avec l'industrie, ou de nouvelles unités de recherche comme le laboratoire FoAP sur la formation et les apprentissages professionnels ou l'école universitaire de recherche ISBLUE, pour le rayonnement international des sciences et technologies de la mer (programme des investissements d'avenir).

Les collaborations sont étroites et fructueuses. Elles soutiennent un développement international déjà bien engagé et amplifié en 2019, en Australie, sur le continent américain et en Europe. L'obtention du label « Bienvenue en France » au plus haut niveau (3 étoiles) et la bonne place de l'ENSTA Bretagne dans le nouveau classement des écoles d'ingénieurs du Figaro-étudiant nous confortent dans nos choix stratégiques et nos ambitions. **Merci à tous de votre confiance et de votre implication.**

Forte de ces résultats, ENSTA Bretagne est devenue une école d'ingénieurs et un centre de recherche de rang mondial.



Ronan Stéphan

Président du conseil d'administration ENSTA Bretagne, directeur scientifique de Plastic Omnium.

Pascal Pinot

Directeur

A person with their hair in a bun, wearing a red t-shirt, is leaning over a laptop. In the background, a blue and white humanoid robot is visible. The scene is lit with a teal/cyan hue. A decorative graphic of white wavy lines is overlaid across the middle of the image.

MISSIONS ET AMBITIONS

GRANDE ÉCOLE D'INGÉNIEURS

ET CENTRE DE RECHERCHE

DE RANG MONDIAL

UNE ÉCOLE ORIGINALE

- Héritière de 200 ans de formations
- Campus situé à Brest depuis l'origine
- Établissement public sous tutelle du ministère des Armées
- Dualité de ses activités militaires et civiles en formation et recherche
- Domaines d'expertises inédits
- Pluridisciplinarité rare et étendue

UNE ÉCOLE EN FORTE CROISSANCE

Depuis le début des années 2000, l'ENSTA Bretagne a considérablement développé ses activités de formation et de recherche, attirant un nombre croissant d'étudiants, de doctorants et d'enseignants chercheurs de haut niveau. Cette dynamique se poursuit et soutient son rayonnement international.

- étudiants : x2 en 15 ans | doctorants : x4 en 15 ans

966
ÉTUDIANTS
dont **116**
DOCTORANTS

20 %
d'étudiants
INTERNATIONAUX

22 %
d'élèves
INGÉNIEURS
MILITAIRES

ENSTA Bretagne
occupe une place singulière
au top 25* des grandes écoles
d'ingénieurs françaises."

- Leader en France et à l'international en ingénierie de défense et ingénierie marine
- Un système de management de la qualité certifié ISO 9001 [v2015] pour l'ensemble de ses activités

LES SECTEURS D'ACTIVITÉ PARTENAIRES



INDUSTRIE NAVALE
& ÉNERGIES OFFSHORE



DÉFENSE & SÉCURITÉ



TECHNOLOGIES
DE L'INFORMATION
& SYSTÈMES
D'OBSERVATION



AÉRONAUTIQUE
& ESPACE



INDUSTRIE AUTOMOBILE
& VÉHICULES TERRESTRES



ENSEIGNEMENT
& RECHERCHE

* 2^e place des écoles d'ingénieurs généralistes et pluridisciplinaires au classement le Figaro Étudiant des écoles d'ingénieurs françaises [décembre 2019, bit.ly/ClassmtLeFigaro19].

NOS MISSIONS

“**Étudier, enseigner, innover, mener des recherches à l'ENSTA Bretagne c'est faire le choix de l'excellence, c'est une ouverture sur le monde et l'accès à un réseau exceptionnel d'entreprises de haute technologie et d'organismes scientifiques de renom.**”



FORMATION

ENSTA Bretagne forme des ingénieurs généralistes et des chargés d'expertise de haut niveau, immédiatement opérationnels et à fort potentiel. La qualité de la formation ENSTA Bretagne est réputée. Les diplômés sont très rapidement recrutés aux postes qui les intéressent, dans les secteurs d'activité les plus innovants.

Les diplômés de l'ENSTA Bretagne ont des profils variés, avec une vocation commune qui est de participer à des projets d'innovation, en conception, R&D, mesures & essais ou management de programme. Ils sont préparés à évoluer et à relever les grands défis des industries de pointe et de la société : développement durable, transports du futur, numérisation, cybersécurité, exploration maritime et spatiale...

ENSTA Bretagne est au cœur d'un réseau national et international exceptionnel, composé d'entreprises de haute technologie, d'organismes académiques, de centres d'expertise, civils et militaires. De nombreux doubles diplômes permettent aux étudiants de personnaliser leur parcours et d'accroître leur ouverture internationale.

290
DIPLÔMÉS
en 2019

— ○ —
3
DÉPARTEMENTS
DE FORMATION
ET DE RECHERCHE

SCIENCES MECANQUES,
SCIENCES & TECHNOLOGIES
DE L'INFORMATION,
SCIENCES HUMAINES
& SOCIALES.

— ○ —
15
CYCLES
DE FORMATION

👁️ pages 24 à 29



RECHERCHE

Point d'appui d'enseignements d'excellence, une importante activité de recherche pluridisciplinaire est menée sur le campus, fortement tournée vers les applications industrielles, civiles et militaires. Les programmes de recherche sont régionaux, nationaux et internationaux. La production scientifique est importante, en croissance constante, et implique de très nombreux partenaires. Les équipes de recherche ENSTA Bretagne sont engagées dans des laboratoires académiques multi-tutelles (IRDL, Lab-STICC, FoAP) et des structures de recherche communes avec l'industrie. Le centre de recherche dispose de moyens expérimentaux inédits pour caractériser les phénomènes et valider les résultats scientifiques, en sciences mécaniques (plateforme-technologique MASMECA) et technologies de l'information (centre cyber, chambre anéchoïde, bassin de robotique, véhicules hydrographiques, systèmes de drones...).

228
CHERCHEURS,
INGÉNIEURS,
TECHNICIENS
ET DOCTORANTS

— ○ —
3
LABORATOIRES
ACADÉMIQUES

— ○ —
8
CHAIRES
ET LABORATOIRES
COMMUNS

 pages 32 à 51

INNOVATION

La valorisation des travaux scientifiques et la participation aux réflexions stratégiques territoriales confèrent à l'ENSTA Bretagne une place importante dans le monde socio-économique. La création de l'incubateur ENSTARTUPS et un ambitieux programme de soutien et de sensibilisation à l'entrepreneuriat complètent la politique d'innovation ENSTA Bretagne depuis 2017.

 pages 30 & 31



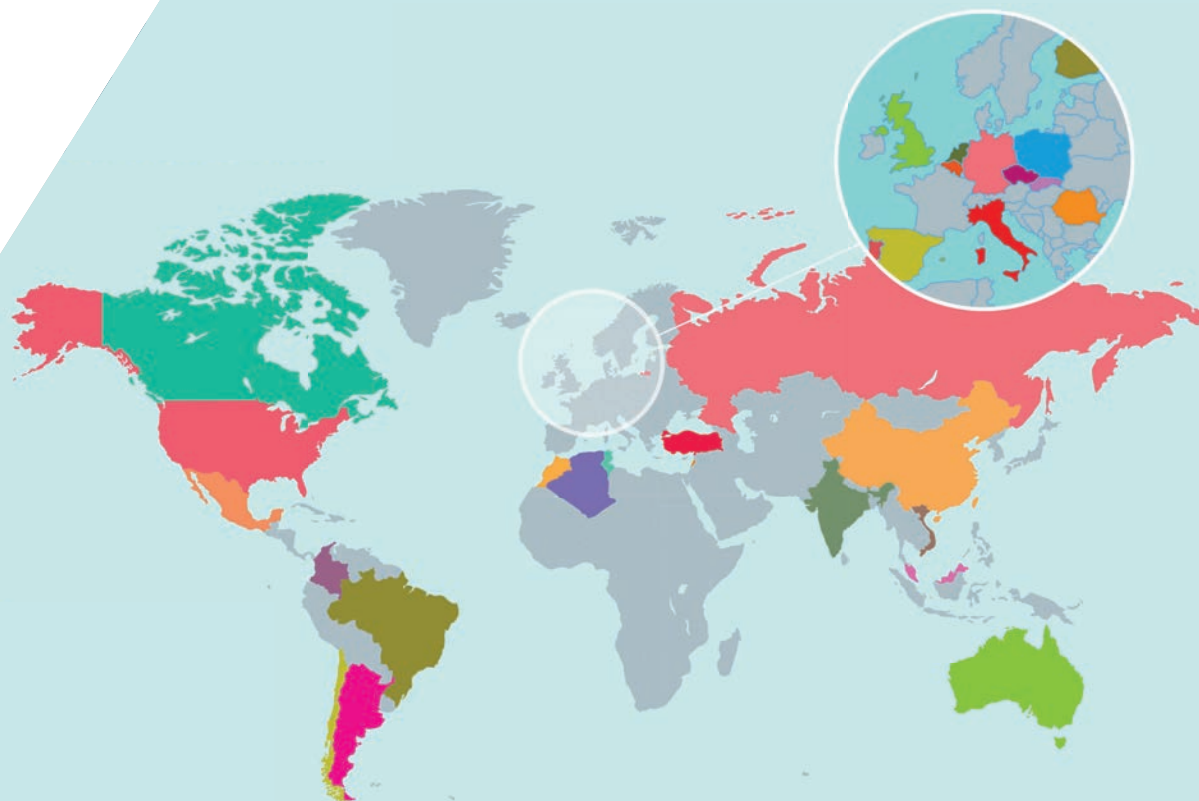
UN RAYONNEMENT INTERNATIONAL AMPLIFIÉ

Parce que nos équipes scientifiques participent à des programmes internationaux de pointe, en connexion avec de nombreux partenaires dans le monde, et que nous devons permettre à nos étudiants d'acquérir une culture et une ouverture internationale fortes, le développement des partenariats internationaux est au cœur du projet de l'école."

**DE NOMBREUX
PARTENAIRES
INTERNATIONAUX
EN FORMATION
ET RECHERCHE**

91
CONVENTIONS
DE PARTENARIAT
DANS 30 PAYS
auxquelles s'ajoutent
de multiples
collaborations
scientifiques

30
PARCOURS
INTERNATIONAUX
DE MSC EN DOUBLE
DIPLÔME





JANVIER 2019
INAUGURATION
DE L'ÉCOLE
UNIVERSITAIRE
DE RECHERCHE (EUR)
ISBLUE

ISBLUE concentre le meilleur de l'enseignement supérieur en sciences et technologies marines : 9 établissements de la pointe bretonne (2 universités, 3 organismes de recherche et 4 écoles d'ingénieurs, dont ENSTA Bretagne). Isblue a été sélectionnée et financée dans le cadre du programme d'investissements d'avenir (PIA).

C'est la seule « Graduate School » française sur la mer, confirmant le leadership de l'enseignement supérieur de la pointe bretonne dans ce domaine stratégique.

Fondée sur une collaboration étroite entre les 9 partenaires et les acteurs économiques, Isblue a pour but de valoriser son offre d'excellence en masters et doctorat sur le plan international, de favoriser la mobilité internationale et de créer de nouvelles formations et de nouveaux projets scientifiques.



OCTOBRE 2019
OBTENTION DU LABEL
« BIENVENUE
EN FRANCE » AU
PLUS HAUT NIVEAU

Créé en 2019 par Campus France, le label « Bienvenue en France » vise à valoriser la qualité de l'accueil des étudiants internationaux dans les établissements d'enseignement supérieur, universités et grandes écoles françaises.

Satisfaisant à tous les indicateurs, ENSTA Bretagne obtient l'accréditation au meilleur niveau, en décrochant les 3 étoiles du label, et fait partie des premières écoles d'ingénieurs de France à obtenir cette distinction.

Le dossier de labellisation s'appuie sur 20 critères organisés en 5 grandes catégories :

- Qualité et accessibilité de l'information.
- Qualité et accessibilité des dispositifs d'accueil.
- Qualité et accessibilité des enseignements.
- Logement et qualité de vie sur le campus.
- Qualité de suivi post-diplômant.

CONTACT

Hélène GUILLAMOT
Directrice du développement
international et des partenariats
helene.guillamot@ensta-bretagne.fr
T. +33 (0)2 98 34 88 35



2019
EXTENSION ET CONSOLIDATION DE NOS
NOMBREUX PARTENARIATS AVEC L'AUSTRALIE

Les partenariats initiés en 2018, suite à la signature du « contrat du siècle » pour la réalisation de 12 sous-marins en Australie par Naval Group, se sont étendus en formation et recherche.

- Première promotion du double master franco-australien « navires et sous-marins », avec l'université d'Adelaïde (UoA).
- Première summer school accueillant à Brest les étudiants australiens, organisée par le consortium WASAA (Western Alliance for Scientific Actions with Australia, qui réunit ENSTA Bretagne, IMT Atlantique, ENIB, École Navale, UBO et UBS).
- ENSTA Bretagne, Flinders University et Naval Group ont officialisé la création d'un partenariat en robotique autonome, domaine d'excellence des deux partenaires académiques (cf. photo).
- Séjours d'enseignants chercheurs et d'étudiants ENSTA Bretagne dans les centres de recherche australiens et accueil d'enseignants chercheurs et d'étudiants australiens au centre de recherche de l'ENSTA Bretagne.
> témoignages des étudiants australiens titulaires d'une bourse de mobilité « Nicolas Baudin » : bit.ly/NBaudin19
- Participation de l'ENSTA Bretagne à la création d'un International Research Lab en Australie, avec Naval Group et le Lab-STICC.
- Accord de co-tutelle de thèse avec Curtin University (Perth).
- ENSTA Bretagne est devenue membre du SmartSat CRC, un consortium d'universités et d'organismes de recherche créé par le gouvernement australien pour soutenir l'innovation en technologies de l'information (smartsatcrc.com).

150
PROJETS
D'INGÉNIERIE
réalisés par les groupes
d'étudiants sur des sujets
d'entreprises
ou de collectivités



Vidéo des soutenances
des projets industriels :
bit.ly/ProjetsIndus2A

pages 28 à 29

450
STAGES
D'INGÉNIERIE
de 3 à 6 mois réalisés
en entreprises
et centres de recherche,
en France
et à l'international

>1000
ENTREPRISES
PARTENAIRES
EN FRANCE ET
DANS LE MONDE

UNE ÉCOLE TOURNÉE VERS LES ENTREPRISES DE **HAUTE TECHNOLOGIE**

Le plus souvent actifs depuis de nombreuses années, ces nombreux partenariats continuent de s'étendre, en France et dans le monde. L'implication des entreprises et des centres de la DGA dans la vie de l'école prend de multiples formes.

EN FORMATION

- Mise à disposition d'ingénieurs et d'experts pour les enseignements ou les jurys d'évaluation.
- Présence aux forums sur les métiers et carrières.
- Sujets d'étude et de conception proposés aux enseignants pour la conduite de projets de groupes, encadrés, en 2^e et dernière année [niveau bac+4 et bac+5/6].
- Stages d'assistant ingénieur [3 à 5 mois*] ou de projet de fin d'étude [5 à 6 mois].
- Contrats de professionnalisation [niveau bac+5].
- Contrats d'apprentissage.
- Stages de formation continue pour les entreprises.

EN RECHERCHE

- Contrats de recherche.
- Thèses CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche).
- Essais et mesures.
- Laboratoires communs.
- Chaires de recherche.

Les collaborations industrielles sont innombrables en formation, formation continue, recherche et innovation. Elles garantissent une parfaite adéquation des formations aux attentes des entreprises, une rapidité d'emploi des diplômés et un équilibre structurant entre recherche fondamentale et appliquée."

VIE DE L'ÉCOLE

- Parrainage d'une promotion.
- Participation aux conseils d'administration, de formation, de recherche, des relations avec les entreprises.
- Soutien financier : taxe d'apprentissage, fonds de dotation ENSTA Bretagne, sponsoring des projets étudiants.

FOCUS

DEUX PARRAINS DE PROMOTION ENGAGÉS

Ils ont permis d'étendre les collaborations avec les deux partenaires historiques de l'ENSTA Bretagne, respectivement 2^e et 3^e employeur des diplômés de l'école : Naval Group et Thales.



AVRIL 2019

Pierre Éric Pommellet, Directeur Général Opérations et Performance du groupe Thales, a parrainé la promotion qui sera diplômée en 2021 et l'a baptisée du nom de son ami Jean-Loup Chrétien, spationaute de renom. Ce dernier a offert aux étudiants la surprise de sa présence, lors d'une cérémonie conduite par ces deux mentors, chargée de sens et très inspirante pour les futurs ingénieurs. Pierre Éric Pommellet et Pascal Pinot ont ensuite renouvelé la convention de partenariat entre Thales et ENSTA Bretagne. Les collaborations en recherche se sont étendues et une chaire de recherche a été initiée, « TRANSNUM », associant également l'ISEN, dédiée à l'utilisation des technologies numériques pour la sécurisation de l'espace maritime.

<http://bit.ly/bapteme2019>

NOVEMBRE 2019

Hervé Guillou, Président-Directeur Général de Naval Group et parrain de la promotion ENSTA Bretagne 2019, baptisée « Gustave Zédé », a salué les performances des étudiants lors de la cérémonie de remise des diplômes et remis de nombreux prix. À cette occasion il a donné naissance à un second laboratoire commun entre Naval Group et ENSTA Bretagne dénommé « SENI », sur les systèmes embarqués navals intelligents et renouvelé le laboratoire commun « Gustave Zédé » portant sur les méthodes de dimensionnement des structures marines. Il a aussi contribué au rayonnement de l'école en Australie.

<http://bit.ly/Palm19>



DES EXPERTISES RARES EN FORMATION CONTINUE

Parce qu'elle répond à des besoins spécifiques des entreprises, dans les domaines d'expertise de l'ENSTA Bretagne, et qu'elle étend la notoriété de l'ENSTA Bretagne dans les entreprises, l'offre de formation continue a été renouvelée et dynamisée.

Ces stages courts sont organisés le plus souvent à l'ENSTA Bretagne, mais parfois en entreprise. Ils portent en priorité sur 5 disciplines : architecture navale, électrotechnique, hydrographie & océanographie, mécanique générale et pyrotechnie.

CONTACT

Catherine LE LAGADEC
catherine.le_lagadec@ensta-bretagne.fr
T. +33 [0]2 98 34 88 24

333
JOURS STAGIAIRES
DE FORMATION
DÉLIVRÉS EN 2019



HYDROGRAPHIE & OCÉANOGRAPHIE (CAT. A)



Brest est le berceau mondial de la discipline et l'ENSTA Bretagne la seule école dispensant une formation française en hydrographie de catégorie A (le plus haut niveau, délivré par la FIG-OHI-ACI)¹. C'est aussi l'une des plus reconnues au monde.

L'hydrographie et l'océanographie recouvrent les méthodes de mesure et de description des océans, mers, lacs et cours d'eau. Ces informations sont indispensables à la conduite de toutes les activités en mer, littorales ou fluviales.

3 profils sont proposés :

- hydrographie,
- océanographie physique,
- géophysique marine.

Les étudiants bénéficient d'équipements à la pointe (vedette hydrographique, véhicule amphibie, sondeurs...), d'un environnement favorisant l'application (rade de Brest, lac de Guerlédan) et de projets variés (cartographie, recherche d'épave, inspection de barrage, etc..).

LES FORMATIONS

- Spécialisation de 2^e et 3^e année, en formation d'ingénieur généraliste [bac+5]
- Master "Hydrographie" [catégorie A]
- Masters orientés recherche en double diplôme en "géophysique marine" ou "physique océan climat"
- Doctorat

LES LABORATOIRES

- Laboratoire LAB-STICC [UMR CNRS 6285]. *cf. pages 40 à 47*
- UMR Adaptation et Diversité en Milieu Marin [Station biologique de Roscoff, CNRS / Sorbonne Université].



ROBOTIQUE AUTONOME



Les défis scientifiques sont multiples : autonomie des robots, coordination, furtivité... Dans ce contexte de recherches accrues et d'applications très variées, la formation donne les clés pour concevoir, fabriquer, programmer et expérimenter des robots, mobiles et autonomes, pour la conduite de missions de tous types en milieux marin, terrestre et aérien.

La conduite de projets en robotique nécessite des compétences plurielles :

- conception mécanique,
- perception et traitement du signal,
- utilisation de multiples capteurs (GPS, caméra, sonar...),
- programmation, intelligence artificielle...

En alliant télécommunications, circuits numériques, informatique et sécurité, les ingénieurs et docteurs formés à l'ENSTA Bretagne disposent d'un ensemble de compétences recherchées sur tout le globe, par les industriels dans de nombreux secteurs d'activités et les laboratoires de recherche.

LES FORMATIONS

- Spécialisation de 2^e et 3^e année, en formation d'ingénieur généraliste [bac+5]
- Master robotique mobile [bac+5]
- Doctorat

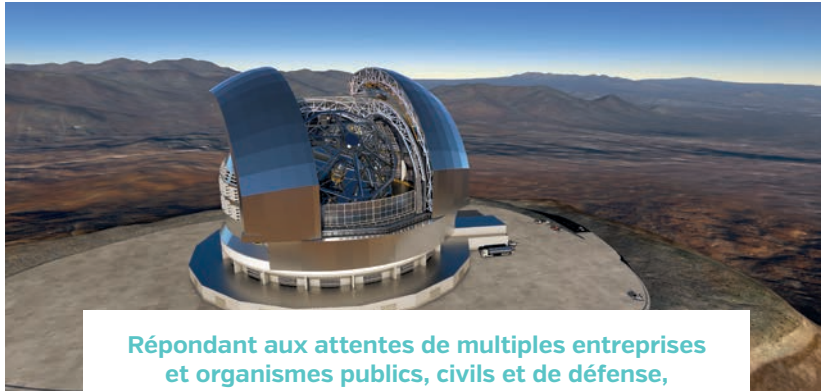
LES LABORATOIRES

- Laboratoire LAB-STICC [UMR CNRS 6285]. *cf. pages 40 à 47*
- Chaire et laboratoires communs [avec Thales et Naval Group].

¹ Fédération internationale des géomètres - Organisation hydrographique internationale - Association cartographique internationale



SYSTÈMES D'OBSERVATION ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



Répondant aux attentes de multiples entreprises et organismes publics, civils et de défense, ENSTA Bretagne concentre des expertises étendues en conception de systèmes embarqués, systèmes d'observation multi-capteurs et technologies avancées de traitement de l'information pour l'aide à la décision.

Pour imaginer et concevoir l'intelligence embarquée et les systèmes d'observation de demain, les recherches et formations mobilisent les techniques avancées en intelligence artificielle et répondent aux enjeux en matière d'acquisition, de traitement et d'analyse de données hétérogènes et volumineuses. Elles comprennent la modélisation des phénomènes physiques, la simulation et l'expérimentation de systèmes mono ou multi-capteurs, l'ingénierie système, la maîtrise des systèmes d'observation embarqués, l'analyse, le traitement et l'interprétation de données (signaux, images...) ainsi que l'aide à la prise de décision (théorie de la décision et de l'estimation).

LES FORMATIONS

- Spécialisation de 2^e et 3^e année, en formation d'ingénieur généraliste ou formation d'ingénieur par alternance orientée "systèmes embarqués"
- Mastère spécialisé "Ingénierie des systèmes de localisation et multi-senseurs"
- Doctorat

LES LABORATOIRES

- Laboratoire LAB-STICC [UMR CNRS 6285]. cf. pages 40 à 47
- Chaire et laboratoires communs (avec Thales et Naval Group).



SYSTÈMES NUMÉRIQUES ET SÉCURITÉ



Cette expertise porte sur la conception de systèmes numériques communicants et sécurisés, associant télécommunications, circuits numériques, informatique et sécurité (cybersécurité, sûreté de fonctionnement et protection de la vie privée).

NOUVEAU
Le mastère spécialisé "cybersécurité des systèmes maritimes et portuaires" ouvrira à la rentrée 2020 (avec IMT Atlantique, l'École navale et l'ENSM).

L'objectif est de concevoir des systèmes plus fiables et durables. De nombreuses recherches visent à développer des approches méthodologiques de haut niveau, basées majoritairement sur le génie logiciel pour les systèmes embarqués et l'ingénierie dirigée par les modèles. En cybersécurité, ENSTA Bretagne apporte aux étudiants une vision ensembliste, allant de l'antenne et de la chaîne analogique jusqu'à l'analyse de la menace. Les enseignements couvrent l'ensemble de la chaîne : modélisation de l'architecture logicielle et matérielle, exploitation des informations issues des capteurs, mise en place des télécommunications, développement logiciel et sécurisation du système dès la phase de conception.

LES FORMATIONS

- Spécialisation de 2^e et 3^e année, en formation d'ingénieur généraliste
- Master "Architecture et sécurité des systèmes électroniques et logiciels"
- Master "informatique", parcours "systèmes interactifs, intelligents et autonomes"
- Doctorat

LES LABORATOIRES

- Laboratoire LAB-STICC [UMR CNRS 6285]. cf. pages 40 à 47
- Chaire de cyberdéfense des systèmes navals. www.chaire-cyber-navale.fr



ARCHITECTURE NAVALE ET OFFSHORE



ENSTA Bretagne conduit la plus importante formation de France en architecture navale et ingénierie offshore, et mène de nombreuses recherches sur les systèmes navals du futur, pour un transport maritime adapté aux grands enjeux et plus respectueux de l'environnement.

Avec cette formation d'excellence, les diplômés sont appelés à concevoir tous types de navires, sous-marins et plateformes navales. Tous les paramètres nécessaires au bon fonctionnement d'un navire sont pris en compte : hydrodynamique et aérodynamique, durabilité, stabilité, propulsion, calcul de structures, manœuvrabilité, tenue à la mer, ergonomie...

Les recherches portent sur l'amélioration des performances des navires, notamment sur le plan propulsif, et sur la modélisation des interactions entre la structure navale et la mer, dans toutes les conditions, jusqu'aux plus hostiles.

LES FORMATIONS

- Spécialisation de 2^e et 3^e année, en formation d'ingénieur généraliste ou formation d'ingénieur par alternance
- Master "Génie maritime"
- Master "Sciences Marines", parcours "hydrodynamique navale"
- Mastère spécialisé "Ingénierie marine / ANO et ship design"
- Doctorat

LES LABORATOIRES

- Institut de recherche Dupuy de Lôme [IRDL, UMR CNRS 6027].
cf. pages 34 à 39



ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES (EMR)



Produire de l'électricité à partir des énergies renouvelables marines (vent, vagues, courants...) repose sur des plateformes marines et sous-marines innovantes et durables, soumises à de fortes contraintes en mer. Les programmes de recherche et une formation unique en France visent leur développement.

Une année de mastère spécialisé [bac+6], 100% dédiée aux EMR, forme les ingénieurs, futurs chefs de projets ou directeurs de programmes. Accrédité par la Conférence des Grandes Écoles et labellisé par le Pôle Mer Bretagne Atlantique, il associe ENSTA Bretagne, l'École Navale, IMT Atlantique, l'UBO, Ifremer et les entreprises. Une centaine d'experts ont été formés en 10 ans. 90 % ont intégré le secteur des EMR, y compris à l'international. Avec l'Institut pour la Transition Énergétique « France Énergies Marines », les recherches portent sur le comportement mécanique en mer des éoliennes et hydroliennes (durabilité, matériaux, assemblages, pales, lignes d'ancrage, navires de maintenance) et la modélisation de l'environnement marin (courants et fonds).

LES FORMATIONS

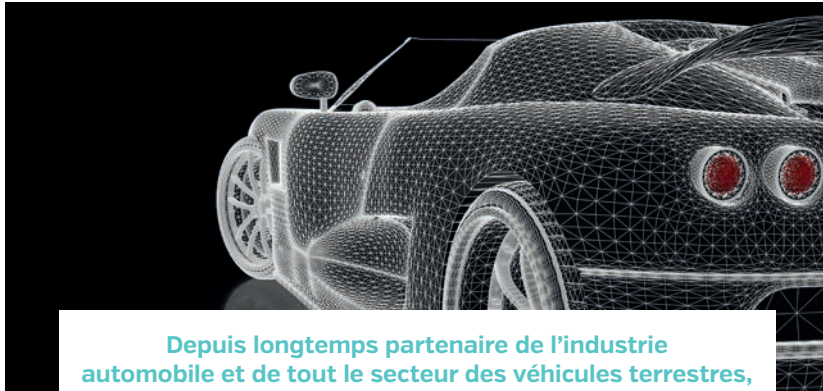
- Mastère spécialisé "Expert en énergies marines renouvelables"
- Doctorat

LES LABORATOIRES

- Institut de recherche Dupuy de Lôme [IRDL, UMR CNRS 6027].
cf. pages 34 à 39
- Laboratoire LAB-STICC [UMR CNRS 6285].
cf. pages 40 à 47



ARCHITECTURE DE VÉHICULES



Depuis longtemps partenaire de l'industrie automobile et de tout le secteur des véhicules terrestres, l'école forme les concepteurs de véhicules plus performants et plus respectueux de l'environnement. Couplée à une recherche appliquée et un master européen, la formation donne aux ingénieurs de belles perspectives d'emploi en France et à l'international.

À partir d'enseignements solides en conception mécanique, les étudiants abordent les grands enjeux du secteur tels que les normes écologiques et les nouvelles motorisations, l'allègement des véhicules, la fiabilité, la sécurité active et passive, l'habitabilité du véhicule jusqu'à la qualification des performances dynamiques. Les enseignants-chercheurs s'intéressent à la fatigue, à la durabilité, à la déformation et, plus globalement, au comportement en service des matériaux et des structures. C'est un axe de recherche stratégique pour valider les choix faits en matière d'allègement des véhicules et réduire les consommations et les émissions polluantes.

LES FORMATIONS

- Approfondissement de 2^e et 3^e année, en formation d'ingénieur généraliste ou en formation d'ingénieur par alternance
- Master international en ingénierie automobile
- Doctorat

LES LABORATOIRES

- Institut de recherche Dupuy de Lôme [IRD, UMR CNRS 6027]. cf. pages 34 à 39
- OpenLab "Computational Mechanics" (avec le groupe PSA)



MODÉLISATION AVANCÉE DES MATÉRIAUX ET STRUCTURES



L'utilisation de nouveaux matériaux et modes d'assemblages est une forte tendance. Il s'agit de relever des challenges complexes de dimensionnement pour de nombreux secteurs d'activité où les performances mécaniques les plus élevées sont cruciales : aéronautique, naval, automobile, énergie, défense, biomédical...

L'optimisation par la modélisation est nécessaire dans tous ces domaines, pour réduire l'empreinte environnementale des activités humaines, pour s'adapter aux nouvelles normes, ou pour saisir de nouvelles opportunités et développer de nouveaux marchés [nouveaux matériaux, procédés innovants, énergies nouvelles...]. Ces enseignements s'appuient sur une recherche de haut niveau visant la caractérisation et la modélisation des propriétés mécaniques de tous types de matériaux et structures. Cette recherche appliquée est réalisée en collaboration étroite avec de nombreux industriels. À ces conditions, l'utilisation des composites, d'alliages légers ou de biomatériaux et les assemblages par collage pourront s'étendre.

LES FORMATIONS

- Approfondissement de 2^e et 3^e année, en formation d'ingénieur généraliste
- Master "ingénierie de conception", parcours "mécanique, matériaux et génie civil"
- Doctorat

LES LABORATOIRES

- Institut de recherche Dupuy de Lôme [IRD, UMR CNRS 6027]. cf. pages 34 à 39
- Laboratoire commun Gustave Zédé [avec Naval Group].



SYSTÈMES PYROTECHNIQUES



Unique en France, cette formation dédiée à la pyrotechnie prépare à l'analyse et à la conception de systèmes explosifs et à leur intégration dans des systèmes mécaniques.

Seule l'acquisition d'une expertise de haut niveau permet de maîtriser les effets des explosifs et de concevoir des systèmes de propulsion. Défense, aérospatiale, automobile, travaux publics ou encore prévention des risques industriels : de nombreux secteurs d'activité sont concernés. Les innovations portent sur les matériaux énergétiques, plus sûrs pour leurs utilisateurs, ainsi que sur l'atténuation de l'effet de souffle. Des tendances lourdes, qui sont intégrées au cursus et font l'objet de travaux de recherche sur le campus. L'ENSTA Bretagne dispose d'importants moyens expérimentaux dédiés à l'étude des phénomènes dynamiques : propagation d'ondes de choc, combustion, effets de souffle, impacts...

LES FORMATIONS

- Approfondissement de 2^e et 3^e année, en formation d'ingénieur généraliste
- Mastère spécialisé "Pyrotechnie et propulsion"
- Doctorat

LES LABORATOIRES

- Institut de recherche Dupuy de Lôme [IRD, UMR CNRS 6027]. cf. pages 34 à 39
- Laboratoire commun avec Centigon.



INGÉNIERIE ET SCIENCES DE L'ENTREPRISE



Cette formation complète les sciences de l'ingénieurs et le tronc commun en sciences humaines, pour former des managers, des chefs de projets et des entrepreneurs.

Ces approfondissements en management permettent aux diplômés de s'ouvrir à de plus vastes responsabilités au sein des entreprises ou d'organismes publics. Ils englobent la gestion de projets, l'ingénierie d'affaires, le management de l'innovation, le pilotage de la performance et le management interculturel en contexte international.

D'autres étudiants choisissent une formation d'une année dédiée au management de projets maritimes, qui englobe la conception d'un projet maritime, le management d'une équipe internationale, l'évaluation de la qualité et la gestion de partenariats.

La formation à l'innovation constitue également un champ de recherche original de l'ENSTA Bretagne, incluant l'étude des cursus, français et internationaux, pour former les innovateurs de demain.

LES FORMATIONS

- Approfondissement de 3^e année, en formation d'ingénieur généraliste ou en formation d'ingénieur par alternance (bac+5)
- Mastère spécialisé "management de projets maritimes" (bac+6)
- Doctorat

LES LABORATOIRES

- Unité de recherche « Formation et apprentissages professionnels » [FoAP, EA 7529].

AID :
1 MILLIARD €
EN RECHERCHE
ET INNOVATION
EN 2020



132
ÉLÈVES INGÉNIEURS
MILITAIRES (IETA)
À LA RENTRÉE 2019



**ENSTA Bretagne
développe
un partenariat
stratégique avec IMT
Atlantique au travers
de projets multiples,
à court, moyen et long
terme, tels que la création
de nouvelles formations,
des actions
de rayonnement
international ou
de DD&RS.**

NOS PARTENAIRES ET RÉSEAUX

En formation et en recherche, ENSTA Bretagne a tissé des liens étroits avec de nombreux organismes publics et privés. L'école est au cœur d'un vaste réseau d'entreprises, de pôles de compétitivité, de clusters, de laboratoires, d'universités et de grandes écoles.

TUTELLE

ENSTA Bretagne fait partie du groupe des grandes écoles sous tutelle de la **DGA** (Direction générale de l'armement) au sein du ministère des Armées, avec l'École Polytechnique, l'ISAE-Supaero et l'ENSTA Paris. Avec l'**AID** (Agence de l'innovation de défense), les formations et recherches menées à l'ENSTA Bretagne, participent à la force d'expertise, d'essais et d'ingénierie de la DGA, de ses 10 centres techniques et de l'ensemble de ses partenaires industriels.

De plus, ENSTA Bretagne forme depuis l'origine, les ingénieurs des études et techniques de l'armement (IETA), qui pilotent les programmes de la DGA.

LES GRANDES ÉCOLES PARTENAIRES

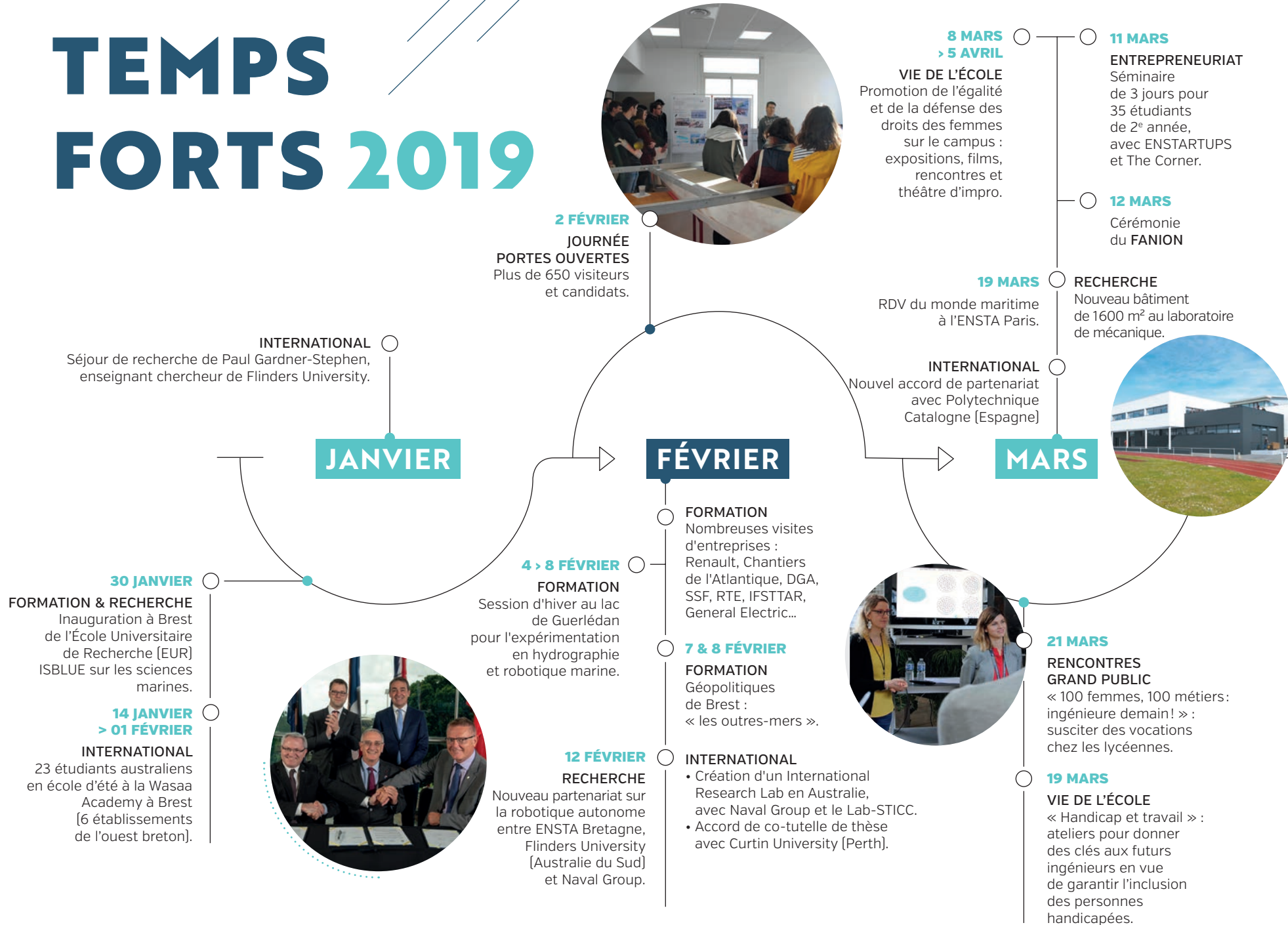
Outre les partenaires internationaux (*cf. page 12*) et les partenaires au sein des laboratoires de recherche (*cf. pages 33 à 51*), ENSTA Bretagne propose des parcours variés aux étudiants, en double diplôme ou via des passerelles vers de nombreuses autres formations : IMT Atlantique, ENSTA Paris, ISAE-Supaero, ENSG, ENS Cachan, INSTN, le réseau Polyméca, l'IAE de Brest, Audencia, l'école d'architecture ENSA Paris La Villette... Une culture de l'exigence lie ENSTA Bretagne et l'ensemble de ces écoles.

DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET INNOVATION

ENSTA Bretagne participe activement à de nombreux programmes d'innovation, civils et militaires, et aux réflexions stratégiques qui les définissent. L'action de l'école est à la fois locale, régionale, nationale et internationale.

- Pôles de compétitivité : pôle Mer Bretagne Atlantique (économie maritime), ID4CAR (automobile), Images et réseaux, EMC2 (technologies de fabrication d'avenir), Aerospace valley.
- Institut pour la Transition Énergétique (ITE) France Énergies Marines (énergies marines renouvelables).
- Institut de recherche technologique (IRT) Bcom (innovation numérique).
- Custer d'innovation ORION en naval de défense.
- Pôle d'excellence cyber (PEC).
- Laboratoire d'Excellence CominLabs sur les sciences de l'information et de la communication.
- Action territoriale avec le Campus Mondial de la Mer, le technopôle Brest Iroise, Brest métropole et la région Bretagne.

TEMPS FORTS 2019





3 AVRIL

INNOVATION

Création d'ORION, le cluster d'innovation du naval de défense en Bretagne [DGA, Marine Nationale, ENSTA Bretagne, École Navale, Technopôle Brest Iroise].

1 > 7 AVRIL

RENCONTRES GRAND PUBLIC

Semaine étudiante du développement durable à Brest.



3 MAI

FORMATION

La formation d'ingénieurs par alternance fête ses 10 premières promotions, en présence d'anciens élèves, venus de toute la France et d'Europe.

7 MAI

VIE DE L'ÉCOLE

Un nouveau BDE (Bureau Des Élèves) est élu, mené par Raphaëlle, présidente.

27 MAI

CONFÉRENCE

sur la dissuasion nucléaire par G. Schlumberger [DGRIS, ministère des Armées] et Z. Gross (ministère de l'Europe et des Affaires étrangères).



4 JUIN

VIE DE L'ÉCOLE

« L codent L créent » : les collégiennes initiées à l'informatique ont présenté leurs réalisations.

3 > 15 JUIN

RECHERCHE

« Sub-Meeting » consacré à l'archéo-robotique marine et poursuite des recherches de l'épave de la Cordelière avec le DRASSM et la région Bretagne..

AVRIL

MAI

JUIN

INTERNATIONAL

Séjour de recherche de Karl Sammut (Flinders university) et David Cropley (UniSA).

4 AVRIL

FORMATION

« Job meeting » : les candidats à la formation d'ingénieur par alternance rencontrent les entreprises.

5 AVRIL

PARRAINAGE

de la promotion 2020, baptisée « Jean-Loup Chrétien », par Pierre-Eric Pommellet et Thales.



5 AVRIL

RECHERCHE

Création de la chaire de recherche « Transnum » dédiée aux systèmes d'observation marins autonomes, par Thales, ENSTA Bretagne et ISEN Yncréa Ouest.



28 & 29 MAI

FORMATION

Soutenances des projets industriels de 2^e année (niveau bac+4) : 50 projets ont été réalisés en groupes, en technologies de l'information et sciences mécaniques.

bit.ly/ProjetsIndus2A



6 JUIN

CONFÉRENCE

sur la filière navale par Hervé Guillou, PDG de Naval Group.

17 > 21 JUIN

RECHERCHE

Organisation du colloque national QPES à Brest : « Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur : coopération, alternance ». 400 spécialistes réunis pour cette 10^e édition.

TEMPS FORTS 2019

ALUMNI ENTREPRENEUR
Laurent Escalier (promotion 99)
a présenté un véhicule léger électrique
pour les livraisons en centres-villes.

JUILLET

29 JUIN > 11 JUILLET

RENCONTRES GRAND PUBLIC
« le son pour voir la mer » :
animation originale décrivant
l'acoustique sous-marine,
créée par ENSTA Bretagne,
Shom, l'École Navale et
Thales pour l'exposition
« La mer XXL »,
et remarquée par
le secrétaire général
de la Mer, Denis Robin.



26 > 30 AOÛT

RECHERCHE
Organisation à Brest
du Congrès Français
de Mécanique :
plus de 1000 chercheurs
et ingénieurs réunis par
l'IRDL (+ d'infos page 35).

AOÛT

À PARTIR DU 19 AOÛT

INTERNATIONAL
Rentrée des étudiants
internationaux :
30 nationalités
représentées
à l'ENSTA Bretagne.

30 AOÛT

VIE DE L'ÉCOLE
Journée cohésion.



RENTRÉES 2019

Une rentrée échelonnée
de mi-août à mi-septembre
pour des élèves de haut
niveau. La proportion
de jeunes femmes
progressive
significativement
et atteint 30 % en
formation d'ingénieurs
généraliste (en hausse
de 10 points).

4 SEPTEMBRE

FORMATION
Mastère spécialisé
« expert Énergies Marines
Renouvelables » :
10^e rentrée et diplomation
du 100^e expert.
Un succès qui
ne se dément pas.

SEPTEMBRE

16 > 20 SEPTEMBRE

FORMATION
Stage de leadership
en environnement militaire
pour les étudiants
de 3^e année.

INTERNATIONAL

Nouvel accord de partenariat
avec l'université tchèque
de Pardubice.



7 > 11 OCTOBRE

FORMATION

Guerlédan 2019/2020 : Nouvelle campagne d'expérimentations en hydrographie et robotique sur le lac.

INTERNATIONAL

Accord de partenariat avec l'Université de Gènes [Italie].

10 OCTOBRE

JOËL BARRE, DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL POUR L'ARMEMENT visite l'école et le centre de recherche.



10 OCTOBRE

INTERNATIONAL

Erasmus days : table ronde sur la place et le rôle de l'ingénieur éco-responsable [en lien avec le projet de recherche A-STEP 2030].



21 NOVEMBRE

RECHERCHE

Reconduction et renforcement de la chaire cyberdéfense des systèmes navals (Naval Group, Thales, École Navale, IMT Atlantique et ENSTA Bretagne).

NOVEMBRE

INTERNATIONAL

- Obtention du label « Bienvenue en France » au plus haut niveau [3 étoiles].
- Nouveau double diplôme avec l'Université Fédérale de Rio Grande do Sul [Brésil]
- Accord avec Colorado State University en vue d'un double diplôme

2 DÉCEMBRE

FORMATION

Journée d'échanges entre les étudiants de 1^{re} année et les anciens élèves sur les trajectoires professionnelles.

4 DÉCEMBRE

RECHERCHE

Lancement du projet Ker-Seveco (par ENSTA Bretagne, Mobility Tech Green et Kereval) pour améliorer la cybersécurité des véhicules connectés.

5 DÉCEMBRE

FORMATION

Forum Ouest Avenir organisé par les étudiants brestois avec une soixantaine d'entreprises.

17 DÉCEMBRE

LABELLISATION

par le pôle Mer Bretagne Atlantique d'une nouvelle formation en cybersécurité des systèmes maritimes et portuaires (ouverture en septembre 2020, avec IMT Atlantique, École navale, ENSM).

OCTOBRE

NOVEMBRE

DÉCEMBRE

17 OCTOBRE

MATINEE INTERNATIONALE

Un partage culturel entre les étudiants des différents pays représentés à l'école et un forum d'information sur les mobilités internationales.



22 OCTOBRE

FORMATION

Forum emploi carrière avec de nombreuses entreprises et la DGA.

27 > 31 OCTOBRE

INTERNATIONAL

22 étudiants européens se forment aux énergies marines renouvelables à l'ENSTA Bretagne [organisé par le club BEST].

14 NOVEMBRE

ENTREPRENEURIAT

Soirée innovation avec une soixantaine de jeunes dirigeants du CJD Brest, organisée par l'incubateur ENSTARTUPS et French Tech Brest +.



30 NOVEMBRE

PALMARES 2019

Remise des diplômes et de nombreux prix par le parrain (Hervé Guillou PDG de Naval Group) et les partenaires.

30 NOVEMBRE

VIE DE L'ÉCOLE

Soirée de gala aux Capucins.

30 NOVEMBRE

RECHERCHE

Création d'un 2nd laboratoire commun avec Naval Group sur les « Systèmes embarqués navals intelligents (SENI) ».



LES FORMATIONS

La valeur, la confiance et la réussite de nos élèves et de nos diplômés nous mobilisent.

ENSTA Bretagne occupe une place singulière parmi les 25 meilleures écoles d'ingénieurs. La pluridisciplinarité, la diversité des enseignements et leur originalité dans de nombreux domaines, ainsi que la dualité civile et militaire sont les spécificités dont l'école tire son excellence. Notre ambition et notre responsabilité est de préparer les élèves aux grands défis de l'ingénieur. Nous leur proposons un cadre incluant d'une part la proximité des entreprises et des laboratoires de recherche y compris à l'échelle internationale, d'autre part l'acquisition d'un socle d'expertises technologiques et méthodologiques, et enfin l'attachement à la pédagogie par projets, à l'ouverture culturelle et aux sciences humaines.

Encore cette année, les formations « ingénieurs » de l'ENSTA Bretagne bénéficient d'une notoriété forte auprès de candidats dont le niveau de recrutement ne cesse d'augmenter et nous faisons notre plus forte rentrée en formation d'ingénieurs par alternance. L'attractivité de l'école auprès des jeunes femmes se confirme, grâce au choix étendu de voies d'approfondissement, à l'excellente image de l'école, à la qualité des parcours professionnels de nos anciennes élèves et aux nombreuses actions menées vers les collégiennes et lycéennes. C'est d'ailleurs une étudiante qui préside le Bureau Des Élèves et qui, avec son équipe, anime toute la vie étudiante.

L'ouverture vers l'international et les liens multiples avec les entreprises favorisent le développement et l'évolution des cursus. Cela s'accompagne d'une recherche d'agilité et de performance aussi bien dans les contenus que dans l'organisation et la mise en œuvre des programmes de formation.

Avec mes équipes, je suis à la fois témoin et acteur des évolutions des cycles ingénieurs, de la refonte du système d'information et de planification, de la création ou de la transformation de masters et de mastères spécialisés, le tout dans un contexte de restructuration de l'enseignement supérieur et de la recherche et dans une très forte dynamique internationale. La simultanéité de ces évolutions et leurs enjeux sont un sujet de vigilance où la satisfaction individuelle et l'attachement des équipes au projet ENSTA Bretagne sont les clés des développements à venir et le fil rouge de mon action.

Enseignant chercheur et directeur de formation d'ingénieurs et de projets de recherche depuis 20 ans à l'École navale, j'ai succédé à Hélène Klucik à la direction de la formation de l'ENSTA Bretagne à la rentrée 2019. Attentif au bien-être et à la satisfaction des étudiants, des enseignants, des enseignants-chercheurs et des équipes de soutien pédagogique, ma mission de pilotage de la formation et de mise en œuvre des différents cursus s'accompagne d'une attention forte au lien formation/recherche et au développement de l'offre de formation.

Je remercie les équipes et les partenaires de l'école pour la qualité de leur accueil. Un bel avenir à inventer pour l'ENSTA Bretagne nous réunit et les succès de la rentrée 2019 augurent du meilleur. Je vous invite à les découvrir dans les pages qui suivent.

ENSTA Bretagne se développe, fidèle à ses missions et à son socle d'expertises, engagée aux côtés de ses partenaires et de son environnement, en perpétuel mouvement et recherche d'innovation.



Rémy Thibaud
Directeur
de la formation

FORMER DES INGÉNIEURS ET DES EXPERTS

CYCLE INGÉNIEUR GÉNÉRALISTE

Cursus en 3 ans, habilité par la CTI (bac+5)

ENSTA Bretagne délivre un enseignement pluridisciplinaire de haut niveau, pour répondre aux grands enjeux technologiques et sociétaux. Les diplômés sont très appréciés des entreprises, en France et à l'international. Ils sont immédiatement opérationnels dans le domaine d'expertise choisi et aptes à évoluer et prendre rapidement des responsabilités.

TRONC COMMUN

- généraliste, complet et équilibré.
- mathématiques, technologies de l'information, numérique, sciences mécaniques, sciences humaines, management interculturel, défis sociétaux...
- nombreux projets d'application avec les entreprises.
- ateliers : jeu d'entreprise, stage de leadership...

9 VOIES D'EXPERTISE AU CHOIX



PROFILS

- Ingénieur d'étude, conception, R&D, expertise, essais et mesure.
- Ingénieur pour l'armement.
- Ingénieur chercheur.
- Ingénieur chargé d'affaires.
- Ingénieur entrepreneur.

ADMISSION

- après classes préparatoires scientifiques, sur concours commun Mines-Télécom : 155 places.
- ou sur dossier et titre universitaire (L3, M1, M2).

613
étudiants

78 % civils
22 % militaires

49^e
promotion diplômée

30 %
d'étudiantes
en 1^{re} année

Excellente rentrée 2019 : le niveau des étudiants admis continue de progresser [1^{re} école du concours Mines-Télécom] et forte amélioration de la mixité.

FORMATION D'INGÉNIEUR PAR ALTERNANCE

Cursus en 3 ans, dispensé avec les entreprises et l'ITII, habilité par la CTI (bac+5)

Un programme pédagogique également pluridisciplinaire et exigeant, associant cours et mises en pratiques en entreprise, pour conduire au meilleur niveau des étudiants à fort potentiel, issus principalement de formations technologiques (DUT, BTS). La qualité des parcours professionnels des 10 premières promotions ont fait la renommée de la formation. Le nombre et la qualité des candidatures continue de s'élever.

- 100 % du temps en formation
- 40 % de séquences académiques
- 60 % de séquences professionnelles

TRONC COMMUN

- généraliste, complet et équilibré.
- mathématiques, technologies de l'information, numérique, sciences mécaniques, sciences humaines, management interculturel, défis sociétaux...
- mémoire et soutenance à chaque retour de séquence professionnelle sur des sujets technologiques ou de culture d'entreprise.

4 VOIES D'EXPERTISE AU CHOIX



PROFILS

- Ingénieur d'étude, conception, R&D, expertise et essais.
- Ingénieur chargé d'affaires.
- Ingénieur entrepreneur.

ADMISSION

- après bac+2 (DUT, BTS), CPGE, sur dossier et entretien : 50 places.

128
étudiants

40 %
systèmes embarqués

60 %
sciences mécaniques

11^e
promotion diplômée

Une rentrée 2019 placée sous le signe de la croissance, avec l'ouverture de 10 places supplémentaires, permettant d'accueillir 50 apprentis ingénieurs. S'y ajoutent les salariés en formation continue.

ENQUÊTE EMPLOI 2019

Dans toutes les spécialités, la rapidité d'intégration professionnelle des jeunes diplômés de la promotion 2018 et la hausse des salaires moyens confirment la notoriété de l'école auprès des entreprises et l'adéquation des profils aux défis qui les attendent.

280
DIPLOMÉS
EN 2018

97 %
TAUX NET D'EMPLOI
À 6 MOIS
moyenne nationale : 90 %

< 1 MOIS
TEMPS MOYEN
D'OBTENTION
DU 1^{ER} EMPLOI

39 600 €
SALAIRE BRUT
MOYEN ANNUEL

Représentativité de l'enquête : 98 %. Enquête annuelle conduite début 2019 sur le plan national par la Conférence des Grandes Écoles, sur les diplômés de la promotion 2018, 6 mois après l'obtention du diplôme.

MASTERS

Cursus en 2 ans, accrédités par le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (bac+5)

6 MASTERS DE RENOMMÉE MONDIALE

- **HYDROGRAPHIE***
[catégorie A, par l'organisation internationale FIG-OHI-ACI]. Réaliser et expertiser des levés hydrographiques, suivant les normes internationales du métier.
- **GÉNIE MARITIME**
Élaborer tous types de systèmes navals, navires, plateformes ou sous-marins. Il est associé au MSc of Marine Engineering de l'université d'Adélaïde (UoA) dans le cadre d'un parcours de **double diplôme franco australien** « navires et sous-marins* ».
- **ROBOTIQUE MOBILE ET VÉHICULES MARINS AUTONOMES***
Dédié à la conception et réalisation de systèmes robotiques mobiles, il intègre les aspects matériels et logiciels.
- **INGÉNIERIE AUTOMOBILE***
Unique en Europe, ce programme international associe 5 établissements de 5 pays : ENSTA Bretagne, université de Prague (CTU), université d'Arnhem (HAN), université de Chemnitz (TUC) et université de Bandung (ITB).

- **ARCHITECTURE ET SÉCURITÉ DES SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES ET LOGICIELS**
Il répond aux défis des systèmes communicants sécurisés : modéliser l'architecture logicielle et matérielle, exploiter des informations fournies par des capteurs, mettre en place des télécommunications...

MASTERS CO-ACCREDITÉS

- **Masters « Sciences marines »** (avec UBO/IUEM).
 - parcours **HYDRODYNAMIQUE NAVALE**
 - parcours **PHYSIQUE DE L'OcéAN ET CLIMAT** (côtier, hauturier ou sciences des données océaniques)
 - parcours **GÉOPHYSIQUE MARINE**
- **Master « Ingénierie de conception », parcours MÉCANIQUE, MATÉRIAUX ET GÉNIE CIVIL** (avec UBO, UBS, ENIB et INSA Rennes).
- **Master « Informatique », parcours SYSTÈMES INTERACTIFS, INTELLIGENTS ET AUTONOMES** (avec UBO, ENIB et IMT Atlantique).

51
étudiants*
en 2019/2020

*auxquels s'ajoutent les élèves ingénieurs qui suivent les masters en double diplôme et les élèves militaires formés dans le cadre de contrats avec les armées étrangères.

MASTÈRES SPÉCIALISÉS (MS)

Cursus en 1 an, accrédité par la Conférence des Grandes Écoles (bac+6)

INTÉGRER DES FILIÈRES DE HAUTE TECHNOLOGIE D'AVENIR

- **CYBERSÉCURITÉ DES SYSTÈMES MARITIMES ET PORTUAIRES***
Nouveau à la rentrée 2020
Contre les attaques actuelles et détecter les menaces futures pour défendre et opérer les systèmes spécifiques, maritimes et portuaires (formation labellisée par le Pôle Mer Bretagne Atlantique).
- **INGÉNIERIE MARINE ARCHITECTURE NAVALE, OFFSHORE ET SHIP DESIGN***
Former des architectes navals, chefs de projet, ingénieurs d'étude, ingénieurs de recherche ou chefs de chantier naval. Il est associé au DPEA de l'école d'architecture ENSA Paris La Villette, dans le cadre du parcours « ship design ».
- **EXPERT ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES (EMR)***
Concevoir les systèmes pour capter les EMR, analyser les impacts et enjeux, diriger des programmes EMR.
- **MANAGEMENT DE PROJETS MARITIMES***
Piloter, coordonner et évaluer des projets maritimes d'envergure internationale (formation labellisée par le Pôle Mer Bretagne Atlantique).
- **PYROTECHNIQUE ET PROPULSION***
Maîtriser les phénomènes physiques de combustion, déflagration et détonation et les intégrer dans un système mécanique de propulsion.
- **INGÉNIERIE DES SYSTÈMES DE LOCALISATION ET MULTI-SENSEURS*** (avec ENSTA Paris).
Concevoir des dispositifs technologiques multi-senseurs.

41
étudiants
en 2019/2020

La plupart
de ces formations
sont uniques
en France

* désigne les formations uniques en France.

LA CONDUITE DE PROJETS : L'ADN DE L'ENSTA BRETAGNE

La pédagogie par projets est omniprésente dans la formation.

Elle est inscrite dans les gènes de l'école depuis l'origine.

Les nombreux projets d'application menés favorisent l'acquisition d'une vision système par les étudiants. Ces mises en situation leur permettent de progresser rapidement sur des projets de plus en plus complexes, et d'être immédiatement opérationnels en fin de formation.

Les projets d'application de groupe sont encadrés par les enseignants chercheurs et menés aux semestres 3, 4 et 5 sur des sujets réels d'entreprises ou inspirés des problématiques les plus récentes. Ils permettent l'étude et la réalisation de produits complets, dans les 10 domaines d'expertise de l'école.

EXEMPLES DE RÉALISATIONS EN 2^E ANNÉE (SEMESTRE 4), PAR LA PROMOTION 2020

- « DEROBAT » : création d'un démonstrateur capable de cartographier les fonds marins à l'aide de robots autonomes, pour l'exposition universelle « La mer XXL » (Nantes, juillet 2019).
 - « Aide à la manutention » pour l'entreprise Meunier SA. Les étudiants ont imaginé un système mécanique permettant de transporter aisément des pièces de 70 kg.
 - « Levés hydrographiques en rade de Brest », réalisés à bord de la vedette hydrographique ENSTA Bretagne (La Panopée) à l'aide d'un sonar multifaisceaux, un autre avec un sonar monofaisceau et le 3^e avec un sonar latéral, puis traitement des données et création d'une carte bathymétrique.
 - « Parking intelligent » : comment fluidifier le trafic à Brest, pendant les fêtes maritimes de juillet 2020 ? La métropole a confié le sujet aux étudiants ENSTA Bretagne qui ont conçu un système de détection des entrées et sorties, permettant d'établir une carte des places disponibles en temps réel.
- > + le jeu d'entreprise : 3 jours pour redresser une entreprise en difficulté
<http://bit.ly/JEUentreprise>
- « Lévitiation de colle » pour PSA : l'objectif est d'alléger les toits des véhicules en utilisant l'aluminium et en s'assurant des performances des assemblages collés. Les étudiants ont réussi à faire léviter une goutte de colle, concevoir un système de cuisson et mesurer l'évolution volumique de la goutte.
 - « Domotique et jardinage » : l'équipe a imaginé un potager automatisé et autonome piloté par internet. Des capteurs d'humidité, de luminosité et de température permettent un contrôle continu de l'écosystème.



FOCUS

Projets réalisés par la promotion 2019 du nouveau mastère « management de projets maritimes »

- « Acceptabilité des projets maritimes » : afin de fédérer l'ensemble des acteurs autour de nouveaux projets maritimes, les étudiants ont rédigé un livret regroupant les points clés.
- « Port Offshore Multiusage » : un concept durable de plateformes conçu en prenant le cas d'un terminal logistique implanté au large des côtes bretonnes.
- Alternative au transport routier, dans une démarche environnementale, une « autoroute de la mer » a relié les ports de Montoir de Bretagne (France) et de Gijón (Espagne) et connu plusieurs phases d'activité de 2003 à 2014. Les étudiants en ont établi le bilan, identifié des marchés et calculé des seuils de rentabilité.

Hydrographes et roboticiens explorent le lac de Guerlédan

Ce programme R&D innovant de plus de six mois est positionné aux semestres 3 et 5. Il inclut deux semaines d'expérimentations intensives au lac de Guerlédan, avec le soutien de nombreux partenaires. Pour les hydrographes, il complète les levés réalisés en rade de Brest, aux roboticiens il offre un cadre unique de mise en pratique. Le projet Guerlédan permet d'appliquer les connaissances acquises, d'expérimenter les technologies nouvelles d'observation sous-marine, à l'aide de matériels de pointe, en croisant notamment hydrographie et robotique autonome.

> + d'infos, liste des sujets et partenaires : guerledan.ensta-bretagne.fr

Projet d'ingénierie mécanique pour Thales

Thales a confié aux étudiants de 2^e année (semestre 3, promotion 2021) l'élaboration d'un système de déploiement et de récupération d'un sonar remorqué. 27 équipes de 3 à 4 étudiants ont élaboré 27 concepts différents et présenté leurs maquettes numériques à Thales DMS. Les 2 concepts retenus vont faire l'objet d'un 2^e projet début 2020. Il s'agira de dimensionner ces systèmes en assurant leur faisabilité en fabrication.

Prix ATMA du meilleur projet de fin d'étude maritime 2019

4 projets de fin d'étude remarquables ont été mis à l'honneur par l'ATMA (association technique maritime et aéronautique) lors de la cérémonie de remise des diplômes, le 30 novembre 2019.

Le lauréat, Paul Antoine Grau (profil robotique mobile), a effectué son stage dans une startup de robotique de l'incubateur de Paris-Saclay (Kopadia) qui met au point des technologies robotiques innovantes pour l'inspection sous-marine et les mesures d'impact environnemental. Son sujet portait sur la localisation des drones sous-marins.

Martin Bertin (profil modélisation mécanique avancée) a réalisé son stage chez GseaDesign, qui dimensionne les bateaux des plus grands noms de la voile de compétition. Il y a mis au point un nouvel outil de calcul qui intègre les phénomènes de fatigue des matériaux composites.

Éloïse Loussouarn (profil architecture navale et offshore) a effectué sa formation d'ingénieur par apprentissage et son stage de fin d'étude chez Naval Group, où elle a mis au point un nouveau générateur de froid pour sous-marins.

Margot Remaud (profil architecture navale et offshore), a réalisé son stage au centre de recherche Le Marin aux Pays-Bas, sur la simulation numérique pour la prédiction de la résistance à l'avancement des navires.

Les projets extra-scolaire, pour développer savoir-faire et « soft skills »

L'ENSTA Bretagne est attachée à soutenir et valoriser les nombreux projets extra-scolaires des élèves. Ils couvrent de multiples sports, des défis technologiques, les loisirs, mais aussi des projets solidaires, citoyens, humanitaires ou culturels.

La liste des associations et clubs est longue et variée. Elle s'enrichit chaque année, comme l'atteste les dernières initiatives créées en 2019 : Citoyens solidaires, ENSTA'croisières, Informatique quantique, Cyber, Le Pouce d'or, Chess Mates, ENST'astro, Kult'art.

> Liste complète : www.ensta-bretagne.fr/fr/associations-et-clubs-etudiants

Raphaëlle, présidente du Bureau des élèves de mai 2019 à avril 2020

Elle est la première présidente militante du BDE ENSTA Bretagne. Dès le mois d'août, le BDE est mobilisé pour accueillir les étudiants internationaux. Dans la foulée, il pilote le week-end d'intégration. Puis, toute l'année, de nombreux événements sont organisés : entre surf-trip et développement durable (détecteurs de mugs

sur les distributeurs de boissons, nettoyage de plages...), son équipe a beaucoup innové. Le BDE fait aussi le lien entre l'administration de l'école et les élèves, notamment en matière de prévention, contre toute forme de comportement à risque, violent ou discriminatoire.



59
CLUBS
ET ASSOCIATIONS
ÉTUDIANTES



¹ compétences comportementales

TALENTS ET RÉCOMPENSES



sport



techno



esprit
d'aventure



DD-RS



école

n°1 au **Championnat de France Universitaire de Voile Match Racing**,

à Antibes
[Photo de Kim Goetz et son équipe].

> du 24 au 26 mai



Sportifs de haut niveau du pôle France Voile et élèves ingénieurs de talent !

- Colombe, en duo sur dériveur 470 : médaille de bronze d'Europe Espoir et médaille d'argent au France.
- Lola, en équipe sur Diam 24 : 2^e au Tour de France à la voile et vice-championne du monde de match racing.
- Oël, en planche à voile : 21^e au championnat du monde et 4^e au championnat de France.



Course croisière Edhec :

n°1 en J80 et n°2 en First 31.7.

> du 17 au 25 avril



3^e place à la **compétition internationale de robotique autonome**

« ERL Emergency » [Séville] qui associe des épreuves avec des robots terrestres et aériens.

> du 18 au 23 février



11 médailles au TSGED (tournoi sportif des grandes écoles de la Défense) qui réunit 1500 compétiteurs de 12 grandes écoles :

- Or en voile [6^e année consécutive], volley féminin et masculin, foot masculin.
- Argent en hand et basket masculin, 50 m nage libre féminin et badminton.
- Bronze en basket féminin, escrime et 100 m nage libre.



Noémie primée au **concours de l'éthique professionnelle du Rotary et de la Conférence des Grandes Écoles**,

pour son essai « Les problèmes éthiques posés par l'extraction des matières premières fossiles : l'exemple des ressources sous-marines minières. »

> 25 mai



Concours Hydrocontest :
3^e place à la course
« longue distance », qui vise
à tester l'efficacité énergétique
des prototypes de navires.
> du 2 au 8 septembre



ENSTA Bretagne
labellisée
« Bienvenue en France »
au plus haut niveau
par Campus France.
> octobre



1^{re} place
au challenge
« Break the code »
à Brest, proposé
par la société Sopra Steria.
> décembre

Théophile, élève ingénieur
en apprentissage
au laboratoire LOCEAN
du CNRS, sélectionné
pour partir une année
en hivernage aux îles
Kerguelen avec l'Institut
polaire français
Paul-Emile Victor (IPEV).

> juillet



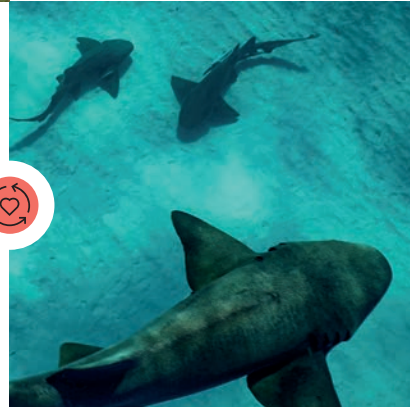
4^e Océan Hackathon :
SMAUG remporte le 1^{er} prix
à Brest, Coline, étudiante
de 1^{re} année,
y participait.
> octobre



Lords of the ocean :
deux anciens élèves
ont partagé leur expérience
d'une année de voyage
en voilier et de plongée
à la rencontre
des grands requins.

bit.ly/LordsOcean

> 17 septembre



**Architectes navals,
marins et compétiteurs,
ils ont fait la Minitransat
(course transatlantique) :**
Kevin Bloch finit à la 17^e place
sur le bateau ENSTA Bretagne
et 3 autres anciens élèves
sont aussi bien classés
(10^e, 19^e et 35^e).
> novembre



ENSTARTUPS, L'INCUBATEUR ENSTA BRETAGNE

ENSTARTUPS
L'INCUBATEUR ENSTA BRETAGNE

CONTACT

Antonin RAFFARIN,
responsable entrepreneuriat
& ENSTARTUPS
antonin.raffarin@ensta-bretagne.org
T. +33 (0)2 98 34 89 38

Cinq entreprises créées à l'incubateur ENSTARTUPS en 2019 :
accueillies en phase d'idée, elles sont maintenant opérationnelles !

Créé en 2017, l'incubateur ENSTARTUPS a pour vocation d'accueillir des porteurs de projet en phase d'idéation et de les conseiller à toutes les étapes. Il a continué son développement en accueillant de nouveaux projets. Cinq d'entre eux sont passés de projet à entreprise : Fil & Fab, Umoja, Gwilen, Trash Surfboard, Orphie.

La phase de création est un moment déterminant pour ces entrepreneurs. Nous validons avec eux tous les points en amont afin que la création et la suite de l'aventure puissent se passer dans les meilleures conditions possibles. En parallèle, l'échec ou l'abandon font aussi partie de la vie d'un projet de start-ups. Deux projets ont décidé d'arrêter leurs aventures entrepreneuriales faute d'avoir trouvé un marché.

START-UPS CRÉÉES

- **Fil&Fab** : « valorisation des filets de pêche » ; mise en place de leurs chaînes de production.
 - **Umoja** : « chaussures en tissus africains » ; ouverture sur le marché BtoB. www.umoja-shoes.com
 - **Gwilen** : « valorisation des sédiments marins » ; création de la structure et premières commandes prévues pour 2020.
 - **Orphie** : « améliorer la vision sous-marine des caméras » ; prototype terminé, à la recherche d'un industriel pour le tester.
 - **Trash Surfboards** : « planches de surf à base de cartons recyclés » ; création de la structure.
- <http://bit.ly/Trash-Surfboards>

EXEMPLES DE PROJETS EN INCUBATION

- **Ianira** : « robot autonome de plongée » ; phase de prototype validée avec l'école, objectif de commercialisation pour 2020.
- **Niroji** : « écrans singuliers » ; en réflexion sur la stratégie et le positionnement.
- **Subseastem** : « le shazam des poissons » ; intégration du projet par une PME brestoise, Cervall, et développement en interne.
- **Splashelec**, deux projets : « rendre accessible la voile à un novice » [pilotage via joystick] et « projet sur l'asservissement de foils ».
- **Impression 3D aluminium** : étude de marché en cours et rédaction d'un business plan.

La gamme Umoja en vente
aux Capucins à Brest (décembre 2019).



La start-up Gwilen récompensée
aux West Web Awards (janvier 2020).



Fil&Fab commercialise un nouveau matériau issu
de la transformation des filets de pêche usagés.



11
PROJETS INCUBÉS
en 2019

5
START-UPS créées

SENSIBILISER LES ÉTUDIANTS À L'ENTREPRENEURIAT



Avant d'avoir envie de créer une entreprise, il faut avoir l'envie d'entreprendre. La formation ENSTA Bretagne se déroulant sur 3 années permet de transmettre à nos étudiants cette passion pour l'entrepreneuriat de manière progressive.

En première année, la sensibilisation concerne tous les étudiants.

- Une conférence permet de casser les mythes sur l'entrepreneuriat. Elle est animée par le Technopole Brest Iroise en présence d'entrepreneurs de l'incubateur ENSTARTUPS, avec lesquels les échanges se nouent très rapidement.
- Dès le 1^{er} semestre, les étudiants ont aussi la possibilité de faire leurs premiers pas dans le monde de l'entrepreneuriat en choisissant des problématiques de start-ups dans le cadre du projet « rédaction bibliographique ».

En deuxième année, les volontaires peuvent expérimenter l'entrepreneuriat.

- Ils peuvent participer au concours régional puis national des Entrepreneuriales. 2 équipes ENSTA Bretagne ont concouru en 2019.
- Un séminaire de création d'entreprise a été initié en partenariat avec The Corner, au sein de cet incubateur privé établi à Brest, dont les locaux atypiques révèlent un autre environnement aux étudiants.

Durant 3 jours de formation, les étudiants ont à résoudre une problématique en validant le besoin et en prototypant rapidement la solution (tant sur du hardware que du software). 35 étudiants en ont bénéficié.

Une concrétisation est proposée en troisième année.

- Les étudiants qui approfondissent les « sciences de l'entreprise » ont la possibilité de suivre le parcours « entrepreneuriat » et de travailler sur leur propre projet de création d'entreprise. Une soixantaine d'heures encadrées par des intervenants extérieurs abordent toutes les facettes du business plan, afin de pouvoir le rédiger et le présenter à des banquiers et investisseurs. 9 élèves ingénieurs ENSTA Bretagne sont inscrits à ce parcours à la rentrée 2019, auxquels s'ajoutent 10 doctorants de l'ENSTA Bretagne et d'autres établissements.
- Les étudiants peuvent également continuer le développement de leur entreprise en stage, en semestre 6, dans le cadre de leur Projet de Fin d'Étude (PFE), et viser d'intégrer un incubateur, par exemple ENSTARTUPS à l'ENSTA Bretagne.

FOCUS

ENSTARTUPS a accueilli en octobre 2019 le séminaire innovation organisé par le Club des Jeunes Dirigeants, sur le campus ENSTA Bretagne. Une soixantaine de chefs d'entreprise se sont réunis afin d'échanger avec les start-ups de l'incubateur et étudiants porteurs de projet. D'autres intervenants du domaine de l'innovation sont également intervenus. Cet événement a été co-organisé avec l'association étudiante ENSTA Bretagne « BEST » [Board of European Students of Technology].



LA RECHERCHE

RECHERCHE

Les activités de recherche menées à l'ENSTA Bretagne répondent à des questions et enjeux applicatifs civils et militaires, posés par des entreprises industrielles ou par la DGA.

Le développement de relations structurées avec les grands partenaires industriels historiques, que sont Naval Group et Thales, s'est poursuivi en 2019 : renouvellement ou création des laboratoires communs avec Naval Group, Gustave Zédé (consacré aux méthodes de dimensionnement des structures marines) et SENI (consacré à l'intelligence des systèmes embarqués navals) ; création et lancement de la chaire TRANSDUM, en partenariat avec Thales DMS, associant également ISEN Yncréa Ouest, consacrée à l'utilisation des technologies numériques pour la sécurisation de l'espace maritime. Enfin, l'ENSTA Bretagne a rejoint la chaire de cyberdéfense des systèmes navals, conduite avec l'École navale, IMT Atlantique, Naval Group et Thales.

Le centre de recherche de l'école s'est agrandi : un bâtiment de 1600 m² dédié aux sciences mécaniques, activités de l'Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRDL), a été construit tandis qu'un bâtiment accueillant les activités en cybersécurité a été réhabilité. Ces constructions accompagnent la mise en œuvre par l'ENSTA Bretagne du contrat de plan État-Région (CPER) 2015-2020 et permettent ainsi d'accueillir les nouveaux moyens expérimentaux prévus dans le cadre de 5 programmes d'investissements (Eco-SyMer, CyberSSI, SMDMar, IROMI, Sophie), financés par les collectivités territoriales

116
THÈSES EN COURS,
SOUTENUES
ET DÉBUTÉES

9,95 M€
DE CONTRATS
NOTIFIÉS EN 2019

bretonnes, le ministère des armées et l'union européenne. Cela représente 5,6 M€ investis entre 2016 et 2020, dont 635 k€ en 2019.

Comme le montrent les bilans des équipes de recherche, la dynamique contractuelle et la production scientifique (au travers des publications) sont cette année encore à très bon niveau. L'attractivité et la notoriété de l'école progressent, comme peut en témoigner la grande qualité des recrutements d'enseignants-chercheurs effectués cette année.

Enfin, la structuration des activités de recherche en sciences humaines a connu un temps fort avec la naissance en janvier 2019 de la nouvelle unité de recherche « Formation et Apprentissages Professionnels » sous la tutelle conjointe du CNAM Paris, d'Agrosup Dijon et de l'ENSTA Bretagne. Sa direction a été confiée à un de nos enseignants chercheurs. Dans ce domaine, l'école est notamment impliquée dans des projets d'envergure internationale sur la formation d'ingénieurs et d'innovateurs responsables et conscients des grands enjeux sociétaux.

Notre environnement socio-économique et le territoire régional et local savent pouvoir compter sur les nombreuses expertises de l'ENSTA Bretagne pour préparer l'avenir du tissu industriel et technologique, en particulier dans le domaine des sciences et techniques de la mer. L'école contribue au prochain lieu d'exposition permanente des Capucins, le 70.8, et s'en fera l'ambassadrice auprès d'un large public.

SCIENCES
HUMAINES
ET SOCIALES

FoAP EA 7529
> page 48

SCIENCES
ET TECHNOLOGIES
DE L'INFORMATION

Lab-STICC
UMR CNRS 6285
> page 40

SCIENCES
MÉCANIQUES

IRDL
UMR CNRS 6027
> page 34

EFFECTIF RECHERCHE

228
PERSONNELS
ET DOCTORANTS




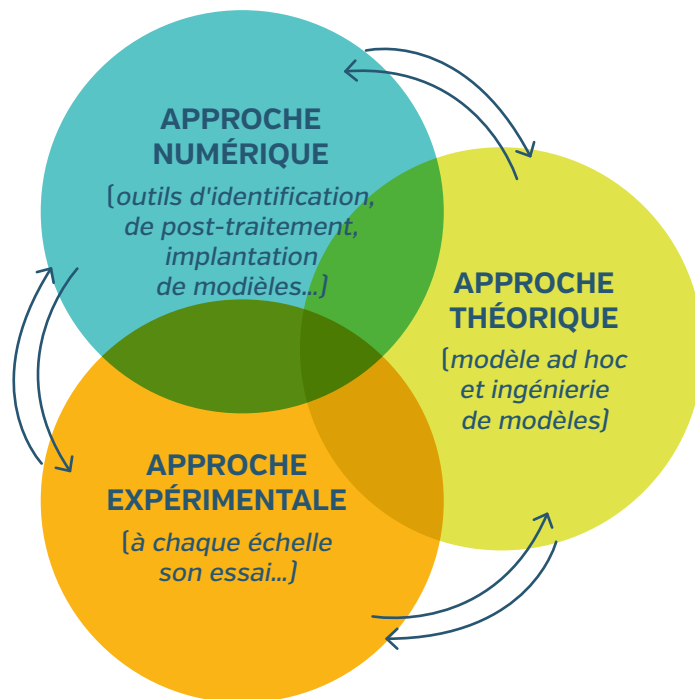
Yann Doutreleau
Directeur scientifique

Institut
de Recherche
Dupuy de Lôme
UMR 6027

UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE IRDL

FICHE D'IDENTITÉ

- Créé le 1^{er} janvier 2016, l'IRDL est un laboratoire d'excellence d'envergure nationale et internationale en sciences mécaniques.
- Fruit de la fusion de laboratoires reconnus, il fédère les équipes de recherche de 2 universités et 2 grandes écoles : UBS, UBO, ENSTA Bretagne et ENIB.
- C'est une unité mixte de recherche du CNRS [UMR 6027], rattachée à l'INSIS.
- **260** membres, dont 120 doctorants.
- Environ **200** publications dans des revues internationales à comité de lecture/an.
- **Le 1^{er} laboratoire breton en proportion et volume de thèses associant l'industrie** [cf. rapport DRRT 2018 : 30 % de doctorants sous contrat CIFRE² avec une entreprise]
-  **irdl.fr**



**ENSTA Bretagne
est le 2^e contributeur
de l'IRDL. "**



24
PUBLICATIONS ACL¹



48
THÈSES ENCADRÉES



4,2 M€
DE CONTRATS
NOTIFIÉS

(chiffres IRDL / site ENSTA Bretagne)

PROJET SCIENTIFIQUE DE L'IRDL

Ingénierie des matériaux et des systèmes mécaniques.

L'IRDL est apprécié pour son projet scientifique original et ambitieux, le bon équilibre entre études amont et appliquées, les nombreuses interactions avec les entreprises et la qualité de la formation par la recherche.

L'UMR est organisée en **5 Pôles Thématiques de Recherche** :

- PTR1 : Composites, nanocomposites, biocomposites.
- PTR2 : Assemblages multi-matériaux.
- PTR3 : Structures, fluides et interactions.
- PTR4 : Systèmes énergétiques et procédés thermiques.
- PTR5 : Comportement et durabilité des matériaux hétérogènes.

ENSTA Bretagne contribue principalement aux pôles 2, 3 et 5, et à moindre échelle au pôle 1.

3 axes transversaux, rattachés chacun à un domaine industriel, sont privilégiés et confèrent à l'IRDL son positionnement original en France.

- MER : construction navale, offshore, EMR.
- TRANSPORT : automobile, aéronautique.
- DÉFENSE : naval, terrestre.

¹ publications ACL : publications à comité de lecture

² CIFRE : Convention industrielle de formation par la recherche

CONTACT

Sylvain CALLOCH
Professeur des universités,
Directeur adjoint de l'IRD
sylvain.calloch@ensta-bretagne.fr
T. +33 (0)2 98 34 87 23



L'Association Française de Mécanique a salué la qualité de l'organisation du CFM 2019, son imposant programme, l'originalité de ses sessions thématiques sur le maritime, la qualité d'accueil des équipes brestoises et le grand succès en terme de participation, qui en font l'une des meilleures éditions qu'ait connu le CFM. "

Lire l'article complet
www.campusmer.fr/Actualités-3249-51-0-0.html



TEMPS FORTS DE L'ANNÉE 2019 ACCUEIL À BREST DU CONGRÈS FRANÇAIS DE MÉCANIQUE EN AOÛT 2019

L'IRD a été retenu par l'Association Française de Mécanique (AFM) pour organiser la 24^e édition du Congrès Français de Mécanique, du 26 au 30 août. Plus d'un millier de chercheurs et scientifiques se sont réunis à Brest pour cette Biennale très attendue.

Juliette Rimetz du Campus mondial de la mer y était et nous raconte...

Aborder tous les aspects de la mécanique et mettre en avant les grandes innovations

Le CFM est l'occasion de faire un état d'avancement de la recherche en mécanique des fluides et des solides, pour des applications en génie mécanique, électrique et civil, en matériaux, ou encore en acoustique. "Dans chaque domaine de recherche, il existe des évolutions majeures", souligne Sylvain Calloch, Directeur adjoint de l'IRD. Dans le domaine du numérique, par exemple, il est de plus en plus question de la réduction de modèles. "La puissance de calcul augmente d'année en année mais on a tellement de données qu'on ne sait plus quoi en faire", explique le chercheur. "La réduction de modèle permet d'obtenir des résultats au plus juste."

Autre exemple en mécanique expérimentale : l'apport des mesures de champ par caméra optique ou infrarouge. "Ça change notre façon de mener les essais et de traiter les résultats", précise Sylvain Calloch.

La mer comme domaine d'application

Organisé à Brest, aborder les applications de la mécanique au monde marin était une évidence avec des sujets portant sur les énergies marines renouvelables, le naval et le nautisme (incluant la propulsion vélique et les hydrofoils), l'hydrodynamique océanique, la robotique sous-marine... "La corrosion engendrant un vieillissement précoce des structures est une des spécificités du monde marin", explique Sylvain Calloch. "Construire un bateau de course requiert l'utilisation de composites haute-performance, dont il faut étudier le comportement. En construction navale, il faut prendre en compte la longévité des navires (environ 40 ans) et tout mettre en œuvre pour limiter les coûts de maintenance et assurer la tenue en service. Et tout cela est du cas par cas, car les bateaux ne sont pas construits en série, comme dans l'automobile".

Les participants du congrès, dont la majeure partie ne travaille pas dans le domaine de la mer, ont pu être sensibilisés

à la thématique au travers des plénières et semi-plénières, associant par exemple Naval Group, le Musée National de la Marine, ou l'entreprise GSea Design de Lorient sur la "Conception et dimensionnement des voiliers de compétition".

Le thème des énergies marines renouvelables a été en outre bien développé, notamment par France Energies Marines. Lors d'une semi-plénière, Jean-François Filipot, Directeur scientifique et technique, a présenté une campagne de mesures de déferlantes réalisée depuis le phare de la Jument, au large de l'île d'Ouessant. L'objectif d'une telle étude : évaluer les impacts de ces vagues géantes sur des structures en mer telles que les éoliennes. Jean-François Filipot a ensuite animé une session dédiée à la mécanique pour les énergies renouvelables. De son côté, Antoine Maison, ingénieur en calcul de structure (ENSTA Bretagne promotion 2015), a présenté une étude sur la modélisation de la stabilité des câbles électriques d'hydroliennes sur le fond, en zone de forts courants.

Un congrès français mais de dimension internationale

Réunissant des congressistes issus de 16 pays différents, le congrès affichait son caractère international. En outre, le CFM a accueilli l'événement associé EuroMech, porté par l'European Mechanics Society, société savante qui rassemble les spécialistes européens de la mécanique. Présidé par Peter Davies, Ifremer, ce colloque était consacré au vieillissement des polymères en milieu marin.

À noter également que le CFM a été l'occasion pour l'IRD de discuter du projet européen RAMSSES. Ce projet réunit 37 partenaires (dont l'IRD/ENSTA Bretagne) autour de la conception du navire du futur. L'IRD est notamment en charge des sujets suivants : propulseurs/hélices et assemblage de super-structures composites sur des pièces métalliques.



Télescope géant ELT.

ASSEMBLAGES MULTI-MATÉRIAUX

(PTR2)

#

#assemblage #collage #soudage
 #frittage #fabrication additive
 #multi-matériaux

25 PERSONNELS
 dont 8 DOCTORANTS

7 PUBLICATIONS
 dans des revues
 à comité de lecture

FOCUS

COMPORTEMENT DES COLLAGES POUR LA CONCEPTION DE L'ELT (EXTREMELY LARGE TELESCOPE)

Construit au nord du Chili par l'ESO (European Southern Observatory) avec la collaboration de Safran Reosc, l'ELT est un télescope aux dimensions hors-normes. Grâce à son miroir principal de 39 m de diamètre et à sa localisation idéale [3060 m d'altitude dans les Andes centrales], il

pourra collecter 15 fois plus de lumière que l'actuel VLT (Very Large Telescope), à des fins d'archéologie stellaire et de recherche d'exoplanètes lointaines. Safran Reosc a lancé une thèse en 2016 dans le but de comprendre l'influence de la température sur le comportement

des collages structuraux de cet assemblage. Après 3 ans de travaux, de nombreux phénomènes macroscopiques et microscopiques ont été mis en évidence et ont aidé les ingénieurs de Safran Reosc en phase de conception et de dimensionnement.

AXES DE RECHERCHE

Le pôle thématique de recherche « Assemblages multi-matériaux » de l'IRDL vise l'innovation dans les procédés d'assemblages, la caractérisation de leur tenue à long terme en environnements sévères et le développement de techniques hybrides.

- Étudier et optimiser les procédés d'assemblage, en assemblant des matériaux de différentes natures, munis de nouvelles préparations de surface.
- Instrumenter à cœur des assemblages (FGB, QRS, CIN...) et s'appuyer sur des dispositifs expérimentaux originaux ;
- Développer des outils de dimensionnement des assemblages collés et prendre en compte les paramètres liés aux procédés de collage.
- Caractériser la tenue à long terme des assemblages en environnement sévère.
- Développer des techniques hybrides (soudo-collage...) pour les structures multi-matériaux, afin d'atteindre des performances en termes de caractéristiques mécaniques.

PROGRAMMES DE RECHERCHE

- Modélisation simplifiée d'un essai de type SCARF destiné à la caractérisation mécanique d'assemblages collés (financement : région Bretagne).
- Développement d'un assemblage collé structural multi-matériaux offrant une protection balistique (financement : DGA, avec 2CA).
- Développement d'un essai technologique en vue de valider la modélisation du comportement d'un adhésif sous sollicitation d'impact (financement : SAFRAN Composites).
- Durabilité de collages structuraux pour applications optiques spatiales en environnement thermique (avec SAFRAN Reosc).
- Modélisation analytique et numérique du flambement latéral de tubes offshore (financement : région Bretagne).

5 THÈSES DEBUTÉES EN 2019

- **Amen BENALI** [Cifre ECM-BE] : « *Prise en compte de l'influence de différents procédés de collage structural sur la méthode de dimensionnement d'assemblages collés* ».
- **Marthe LOISEAU** (financement : DGA, Coldpad ; avec IFST-TAR) : « *Durabilité de connecteurs collés soumis à des sollicitations de fluage pour des applications sur sous-marins* ».
- **Leandro MAURICIO DA SILVA** [Cifre PSA] : « *Maîtrise de la dilatation différentielle à l'échelle de la structure d'une caisse en blanc de type multi-matériaux assemblée par collage structural* ».
- **Cyril BERNOLIN** (financement : Safran composites, région Bretagne) : « *Propagation de fissures d'assemblages collés sous chargements monotones et cycliques pour différentes mixités de modes* ».
- **Paulo GUIMARES** (financement : région Nouvelle Aquitaine ; avec Nobatek INEF4) : « *Durabilité de collages en forte épaisseur au moyen d'adhésifs à fort allongement. Aspects mécaniques et physico-chimiques* ».



STRUCTURES, FLUIDES & INTERACTIONS

(PTR3)

AXES DE RECHERCHE

Les recherches portent sur les interactions fluide-structure, le comportement dynamique des matériaux et des structures et la détonique. Les applications concernent l'architecture navale, les énergies marines, la défense, l'aérospatial, ainsi que l'automobile et les procédés de fabrication.

- Hydrodynamique navale et étude de la réponse de structures en interaction avec des fluides.
- Caractérisation et modélisation de la réponse de matériaux et de structures, métalliques et composites, sous sollicitations dynamiques.
- Étude et modélisation des phénomènes d'impacts et d'explosions en milieux complexes.

PROGRAMMES DE RECHERCHE

- Le programme Windkeeper, de conception d'un navire de maintenance pour les champs éoliens offshore, s'est conclu. Les travaux portaient sur l'analyse des impacts hydrodynamiques de la houle sur le pont.
- COMPADD : caractérisation d'un assemblage composite obtenu par fabrication additive sous sollicitation dynamique (avec Mines ParisTech).
- Projet sur la décélération de projectiles supersoniques par une mousse liquide (financement : DGA/AID ; avec l'Institut de Physique de Rennes).
- Le projet **SOLIDSAIL** se poursuit. Cette voile innovante rigide créée par Chantiers de l'Atlantique, 100 % composite, supérieure à 1000 m², propulsera le futur plus grand paquebot à voile (Silenseas). L'équipe ENSTA Bretagne contribue aux calculs de dimensionnement et aux essais. Elle apporte son expertise en interaction fluide-structure et simulations non linéaires pour modéliser les contraintes subies par les panneaux de la voile et prédire les efforts globaux propulsifs.

7 THÈSES SOUTENUES EN 2019

- **Antoine MORVAN** [contrat ADEME ; avec CNIM] : « Impact sur le pont mouillé d'un navire pour la maintenance d'éoliennes offshore » [projet Windkeeper].
- **Julien ERCOLANELLI** [CIFRE GEPS Techno ; avec Ifremer] : « Étude numérique et expérimentale d'un système couplé stabilisateur et récupérateur d'énergie des vagues ».
- **Gonzalo DOISENBAT** [contrat région Bretagne, Ifremer] : « Modélisation numérique et expérimentale de la captation d'énergie éolienne offshore ».
- **Mourad NACHTANE** [bourse Eiffel ; avec l'université marocaine Hassa II de Casablanca] : « Études des performances des matériaux composites d'une hydrolienne ».
- **Mohamed Chams Eddine EZZINE** [contrat PROFAS B+ ; avec l'université algérienne Djillali Liabès] : « Durabilité de collages en forte épaisseur au moyen d'adhésifs à fort allongement. Aspects mécaniques et physico-chimiques ».
- **Youssef BELABED** [avec l'université algérienne Aboubakr Belkaïd] : « Étude et analyse du délaminage des structures renforcées par composites FRP multicouches ».
- **Quentin RAIMBAUD** [bourse DGA] : « Modélisation et optimisation de l'absorption d'ondes de choc par les mousses liquides, essais à l'échelle du film et train de films ».

FOCUS

ALLONGER LA DUREE DE VIE DES LIGNES D'ANCRAGE POUR LES EOLIENNES EN MER

Deux projets se succèdent : Polyamoor et Monamoor (financement : ANR / France Energies Marines ; avec de nombreux partenaires). L'utilisation de câbles en nylon tissé

apportera une fixation souple et adaptée à l'éolien offshore, pour une durée de 20 ans. En complément des études de vieillissement d'Ifremer, ENSTA Bretagne a conçu des essais

innovants sur plusieurs mois, pour caractériser et modéliser le comportement de ces lignes en nylon. Le 2^e projet va enrichir ce modèle et permettre d'instrumenter les câbles.

#

modélisation # simulation numérique # mécanique expérimentale # matériaux et structures # dynamique # chocs # impacts # interactions fluide-structure

36 PERSONNELS
dont 13 DOCTORANTS

9 PUBLICATIONS
dans des revues
à comité de lecture

+ 12 DOCTORANTS
rattachés au PTR1
Composites

COMPORTEMENT ET DURABILITÉ DES MATÉRIAUX HÉTÉROGÈNES (PTR5)

Tests de fatigue sur assemblages soudés.



fatigue # vieillissement # tenue en fatigue # modélisation # essais

**27 PERSONNELS
dont 15 DOCTORANTS**

**8 PUBLICATIONS
dans des revues
à comité de lecture**

AXES DE RECHERCHE

Les recherches concernent le diagnostic, la mesure, la modélisation et la prévision de la santé des matériaux, des structures et des systèmes électromécaniques.

- Fatigue et auto-échauffement des matériaux et des structures (métaux, composites et matériaux organiques).
- Comportement et fatigue des matériaux actifs (matériaux piézo-électriques ou à mémoire de forme).
- Vieillissement thermique et marin des matériaux organiques.
- Comportement non-linéaire des matériaux hétérogènes.

Tout en répondant à des questions scientifiques fondamentales, ces recherches appliquées sont conduites avec les industriels européens, de nombreux secteurs, en particulier l'automobile, l'aéronautique, l'énergie ou les fournisseurs de matériaux.

PROGRAMMES DE RECHERCHE

- Spectres de chargements pour le dimensionnement mécanique d'un véhicule automobile (financement : groupe PSA).
- Durée de vie en fatigue à grand nombre de cycles des arbres de transmission pour applications navales sous chargement variable et multiaxial (financement : Naval Group).
- Approche simplifiée pour le calcul de durée de vie en fatigue sous chargement cyclique complexe dans une zone de plasticité confinée (financement : DGA).
- Fatigue de composites thermoplastiques à fibres courtes (tissés 3D) pour applications aéronautiques sous sollicitations complexes de compression : loi de comportement et critère de dimensionnement (financement : SAFRAN).
- Investigations thermomécaniques pour le dimensionnement en fatigue de pièces conçues dans différents matériaux : mousses polyuréthanes et thermoplastiques renforcées de fibres de verre, ou élastomères.

2 THÈSES SOUTENUES EN 2019

- **Julien LOUGE** [financement : CIFRE ArcelorMittal] : « Apports des mesures d'auto-échauffement pour l'étude de la fatigue des aciers : effets d'histoire et cisaillement pur ».
- **Thomas GLANOVSKI** [financement : CIFRE Treleborg] : « Compréhension et modélisation des mécanismes élémentaires d'endommagement en fatigue du caoutchouc naturel ».

FOCUS

VINCENT LE SAUX OBTIENT SON HDR

Ingénieur et docteur ENSTA Bretagne, Vincent a obtenu son Habilitation à Diriger des Recherches. Ses travaux portent sur le comportement mécanique et la durabilité des matériaux polymères. Depuis près de 10 ans, au sein de l'IRD, il caractérise et modélise des matériaux polymères (élas-

tomères, thermoplastiques renforcés de fibres courtes, composites tissés 3D, mousses polyuréthanes) pour les industries automobile et aéronautique. Les objectifs visés sont de mieux comprendre les matériaux et leurs propriétés, en fatigue notamment, d'améliorer les outils de dimensionne-

ment tout en intégrant certains effets additionnels importants (interaction avec l'environnement ou le procédé de fabrication par exemple). Ces résultats permettent aux partenaires de répondre aux nouveaux enjeux sociétaux, comme l'allègement et la réduction des impacts environnementaux.

CONTACT

Cédric DOUDARD
cedric.doudard@ensta-bretagne.fr
T. +33 (0)2 98 34 89 27

RECHERCHE

LABORATOIRE COMMUN GUSTAVE ZÉDÉ

(NAVAL GROUP, ENSTA BRETAGNE)

AXES DE RECHERCHE

Ce dispositif conjoint de R&D permet de développer des outils innovants d'aide au dimensionnement des structures navales sous sollicitations extrêmes.

Les équipes mènent une recherche expérimentale et de modélisation sur des problématiques liées à la résistance et à la durabilité des matériaux utilisés dans l'industrie navale militaire.

2 THÈMES SCIENTIFIQUES PRINCIPAUX

- Caractérisation de la tenue en fatigue des matériaux et assemblages pour structures navales.
- Mise en place de chaînes numériques d'aide au dimensionnement des structures navales prenant en compte les effets des modes de fabrication et la prise en compte des chargements réels.

GRANDS PROJETS

- **Projet européen H2020 RAMSSES** : pour des navires plus propres et plus performants. 37 partenaires dans 11 pays contribuent aux 13 axes d'innovation qui composent ce projet. Les différents lots se complètent pour réduire l'empreinte environnementale des navires. Comme dans l'aéronautique ou l'automobile, l'allègement est un des défis. Sur ce thème, l'équipe ENSTA Bretagne/Naval Group est en charge des lots sur la durabilité des liaisons collées entre un module composite et une structure métallique. Cela comprend également la mise en place d'une chaîne de calcul d'aide au dimensionnement en fatigue à grand nombre de cycles de propulseurs en aciers, obtenus par fabrication additive. Ces modèles seront validés par des essais à grande échelle.

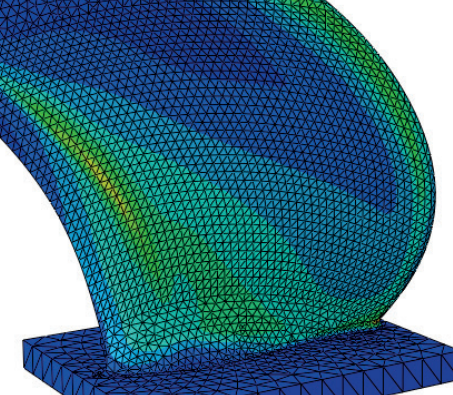
- **Projet EA FRAPAN (2018-2020)** sur la caractérisation et la modélisation de la tenue en fatigue de pièces pour bâtiments navals, obtenues par fabrication additive, de type WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing). Il s'agit d'améliorer la compréhension du lien entre l'hétérogénéité de la microstructure résultant d'un tel procédé de fabrication et les propriétés en fatigue de la pièce.
- **Projet EA INCOLA (2020-2022)**. Il porte sur la fatigue multiaxiale des arbres d'hélice. Dans le cadre d'une thèse, les travaux visent la caractérisation rapide des propriétés en fatigue des matériaux métalliques utilisés.
- Un projet de fin d'étude [2020] portera sur la **caractérisation rapide des propriétés en fatigue des matériaux composites**.
- **Projet EA AMERICO** : Amélioration des Méthodes d'Études pour la Réalisation et l'Industrialisation des Coques de sous-marins (2020-2021). Deux thématiques principales sont traitées : le formage et la tenue en fatigue. Il s'agit de prédire la tenue en fatigue de structures et d'assemblages de structures navales (par joints soudés ou par collage) en prenant en compte les effets liés aux modes de fabrication de ces structures, ainsi que la variabilité des chargements réels. La prédiction de la tenue mécanique des structures navales s'étend à d'autres modes de ruine comme les chocs ou flambements.

FOCUS

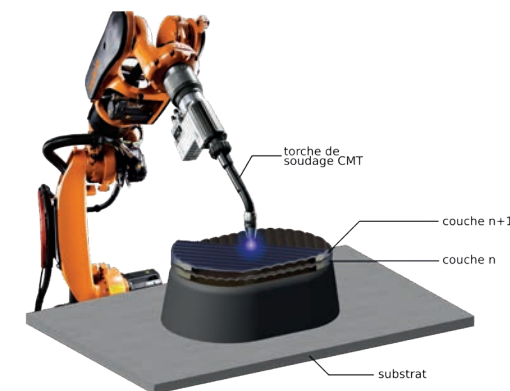
Depuis quatre ans, les équipes de Naval Group et ENSTA Bretagne ont trouvé au sein de cette organisation, un cadre structurant pour mener des programmes de R&D et les transférer rapidement aux bureaux d'étude de Naval Group.

Les recherches interagissent également avec la formation d'ingénieurs par la mise en place de projets d'application encadrés ou de stages.

En novembre 2019, ce laboratoire commun a été reconduit en présence d'Hervé Guillou, PDG de Naval Group.




valorisation # transfert
modélisation # caractérisation
fatigue # matériaux # assemblages
fabrication additive # acier
composites # naval



Laboratoire des Sciences
et Techniques de
l'Information, de
la Communication et
de la Connaissance
UMR 6285

UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE LAB-STICC

FICHE D'IDENTITÉ

- Le Lab-STICC est un laboratoire d'excellence multidisciplinaire, créé en 2008.
- Sous la cotutelle du CNRS et de 5 établissements bretons, il fédère les équipes de recherche en sciences et technologies de l'information et de la communication de 3 écoles d'ingénieurs et 2 universités : IMT Atlantique, ENSTA Bretagne, ENIB, UBO et UBS.
- Unité mixte de recherche 6285 du CNRS, le laboratoire est rattaché à l'INS2I en tant qu'institut principal et à l'INSIS en tant qu'institut secondaire.
- **566** membres, dont 206 doctorants.
- Environ **450** publications /an.
-  www.labsticc.fr



ENSTA Bretagne
est le 3^e contributeur
du Lab-STICC. "

PROJET SCIENTIFIQUE DU LAB-STICC

Du capteur à la connaissance : communiquer et décider.

Pôle de recherche fondamentale et appliquée, en forte interaction avec son environnement socio-économique, le Lab-STICC regroupe de multiples compétences de très haut niveau sur les systèmes numériques et communicants. Son excellence et son importante production scientifique lui confèrent une solide visibilité internationale.

Le laboratoire est organisé en 11 équipes réparties dans 3 pôles scientifiques, auxquels contribue l'ENSTA Bretagne :

- MOM : Microondes, Optoélectronique et Matériaux.
- CACS : Communications, Architectures, Circuits et Systèmes.
- CID : Connaissance, Information, Décision.

Au-delà de cette découpe disciplinaire, des programmes transverses répondent à des défis sociétaux fortement interdisciplinaires, tels que :

- les dispositifs d'assistance aux personnes dépendantes.
- la cybersécurité et la cyberdéfense.
- le domaine STIC et Mer.
- les nouveaux modes de représentation et de traitement de l'information pour l'intelligence artificielle.
- les systèmes de drones.



104
PUBLICATIONS



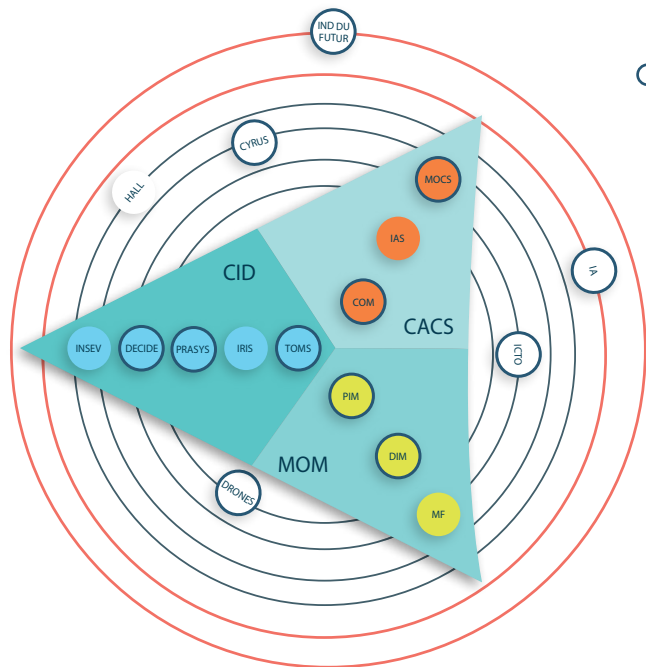
55
THÈSES ENCADRÉES



5,8 M€
DE CONTRATS
NOTIFIÉS

[chiffres Lab-STICC / site ENSTA Bretagne]

ÉQUIPES SCIENTIFIQUES AUXQUELLES CONTRIBUE ENSTA BRETAGNE



LES ÉQUIPES ENSTA BRETAGNE couvrent **les 3 pôles** scientifiques du Lab-STICC et contribuent à **6 des 11 équipes** scientifiques et à **5 des 6 domaines transverses**, en **forte interaction** avec son environnement socio-économique.

AU SEIN DU PÔLE CID (CONNAISSANCE, INFORMATION, DÉCISION)

TOMS : Traitements, Observations et Méthodes Statistiques [cf. page 42]
PRASYS : Perception, Robotics, Autonomous SYStems [cf. page 43]

AU SEIN DU PÔLE CACS (COMMUNICATIONS, ARCHITECTURES, CIRCUITS ET SYSTÈMES)

COM : COMMunication digitale [cf. page 44]
MOCS : Methods, Tools for design of Architecture and Circuits [cf. page 45]

AU SEIN DU PÔLE MOM (MICROONDES, OPTOÉLECTRONIQUE ET MATÉRIAUX)

PIM : Propagation et Interactions Multi-échelle [cf. page 46]

CHAIRES ET LABORATOIRES COMMUNS

Lab-com LATERAL avec THALES TOSA

sur les technologies pour les dispositifs hyperfréquences, antennaires et de guidage pour des systèmes embarqués.

Lab-com WAVES avec THALES DMS

sur l'amélioration des performances des réseaux de capteurs, distribués et autonomes, pour la détection et l'identification automatique en environnement marin.

AVRIL 2019 Création de la chaire TRANSNUM avec THALES

La chaire associe Thales DMS, ENSTA Bretagne et ISEN Brest. Elle vise à disposer de nouveaux systèmes autonomes pour l'observation et la surveillance du milieu marin. L'école apporte son expertise reconnue en robotique marine et réseaux de capteurs.

NOVEMBRE 2019 Création du Lab-com SENI avec NAVAL GROUP

Ce laboratoire commun vise la conception des Systèmes Embarqués Navals Intelligents, pour acquérir des informations sur l'environnement et sur le fonctionnement d'un bâtiment, et pour mettre en œuvre des processus de décision et d'action à bord.

DÉCEMBRE 2019 Intégration de la chaire de Cyberdéfense des systèmes navals

Soutenue par la Marine Nationale, la région Bretagne et le Pôle d'excellence cyber, la chaire cible la protection des équipements numériques et la détection des attaques cyber dans les systèmes maritimes. 10 thèses sont menées, pilotées par les 5 partenaires (École navale, IMT Atlantique, Naval Group, Thales, et ENSTA Bretagne).

TRAITEMENTS, OBSERVATIONS ET MÉTHODES STATISTIQUES

(ÉQUIPE TOMS)

Spectrogramme : signatures acoustiques de mammifères marins.



#environnement marin #imagerie radar [SAR/ISAR] #bioacoustique sous-marine #acoustique passive #machine learning #apprentissage profond #data science #big data #reconnaissance de cibles #fusion #aide à la décision

29 PERSONNELS
 dont 9 DOCTORANTS

26 PUBLICATIONS
 dans des revues à comité
 de lecture

APPLICATIONS

La bioacoustique sous-marine, l'étude des environnements et la défense [acoustique sous-marine et radar].

AXES DE RECHERCHE

Cette équipe du Lab-STICC contribue sur des aspects méthodologiques et pratiques au traitement statistique du signal et des images, dans un contexte sous-marin et aérien.

- Développement de méthodes d'estimation, de détection statistiques et de représentation des signaux (acoustiques et électromagnétiques).
- Monitoring de l'environnement sous-marin : localisation de sources acoustiques, caractérisation du milieu, de la nature et de l'évolution des fonds, détection et reconnaissances d'objets, bathymétrie, étude de ressources halieutiques.
- Télédétection spatiale et aéroportée : estimation spatio-temporelle de champs géophysiques et de dynamiques écologiques ; détection et reconnaissance d'objets (navires, avions...) ; surveillance de zones d'intérêt (pollutions...).

FOCUS

COLLABORATIONS INTERNATIONALES EN BIOACOUSTIQUE

Des dispositifs acoustiques passifs sont déployés afin de suivre les populations de baleines, en particulier dans le sud-ouest de l'océan Indien. Kate Stafford (Université de Washington à Seattle) les suit depuis 2008. Elle vient d'accueillir une doctorante de l'équipe pour interpréter des données.

Autre exemple avec l'université de Concepcion au Chili, afin de déployer des balises acoustiques dans d'autres zones océaniques, notamment au large du Chili. Ces liens se sont resserrés à la conférence mondiale sur les mammifères marins [Barcelone, déc. 2019].

PROGRAMMES DE RECHERCHE

> EN TRAITEMENT DE SIGNAL

- Financements DGA : traitement de données acoustiques en vue de la caractérisation de l'environnement marin ; étude des grandeurs physiques pertinentes pour l'apprentissage automatique en acoustique sous-marine et environnement fluctuant ; détection et reconnaissance d'objets multiples sur fonds variables par apprentissage profond (avec IRISA, UBO, UMR AMURE, MBDA).
- Financements AID sur des méthodes d'apprentissage profond : techniques évolutives pour la détection et la reconnaissance de cibles à partir de données hétérogènes ; apprentissage profond probabiliste guidé par la physique pour l'acoustique sous-marine.
- Fonds européen de développement régional : analyse numérique de signaux de drones.

> EN BIO ACOUSTIQUE & ETUDE DE L'ENVIRONNEMENT

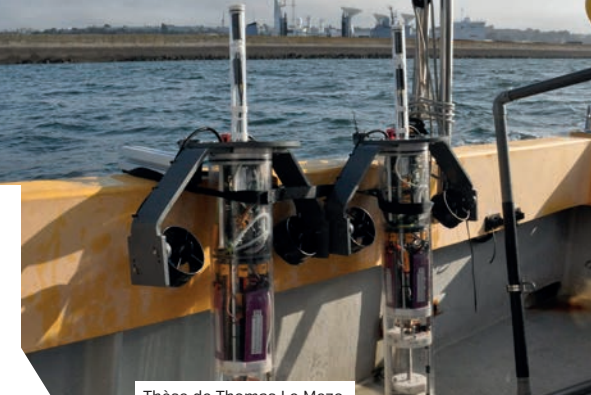
- Contrat avec l'agence de la biodiversité pour le suivi par acoustique passive des cétacés dans le second volet de la DCSMM [directive cadre stratégique pour le milieu marin établie par les membres de l'Union européenne].
- OSMOSE (open science meets ocean sounds explorer) : projet collaboratif en acoustique sous-marine pour l'observation des océans (avec IMT Atlantique, IUEM, Woods Hole Oceanographic Institution).

1 THÈSE SOUTENUE EN 2019

- **Juan Luis ROSENDRO** (bourse Eiffel, en cotutelle avec l'université argentine de La Plata) : « *Techniques robustes pour le contrôle automatique des systèmes robotiques* ».

PERCEPTION, ROBOTIQUE ET SYSTÈMES AUTONOMES

(ÉQUIPE PRASYS)



Thèse de Thomas Le Mezo.

AXES DE RECHERCHE

Le développement d'algorithmes pour les robots autonomes de perception de l'environnement repose sur la maîtrise de trois composantes : la perception, l'action et leur interaction.

Un système autonome de perception doit simultanément analyser les données acquises sur son environnement proche et organiser de façon autonome sa mission, en termes de pilotage et de navigation. L'interaction robot-environnement se fait via les capteurs.

> AXE 1 « ACTION AUTONOME »

En utilisant les résultats de la perception, le système doit raisonner sur les actions à conduire pour réaliser sa mission selon certains critères comme l'efficacité, la sécurité, la rapidité ou encore la consommation énergétique.

> AXE 2 « PERCEPTION AUTONOME »

Le système essaie de comprendre ses observations et d'élaborer une représentation pertinente, non seulement de l'état actuel de l'environnement, mais aussi de son incertitude.

PROGRAMMES DE RECHERCHE

- NAVIDRO : développement d'un simulateur de navigation précise des drones sous-marins (financement : SHOM).
- CHIMAERA : lasers, détection et évitement de filets, communications sous-marines (financement : DGA ; avec OXXIUS, Thales, IMT Atlantique).
- Ident3D : traitements de données 3D pour l'aide à l'identification de mines (financement : DGA TN Brest).
- BathySat : estimation de la bathymétrie satellitaire par images multispectrales (pour Hytech Imaging).
- Apprentissage profond probabiliste guidé par la physique pour l'acoustique sous-marine (financement : DGA AID).

4 THÈSES SOUTENUES EN 2019

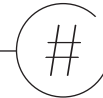
- **Thomas LE MEZO** (financement : DGA, région Bretagne) : *cf. focus.*
- **Gaspard MINSTER** (financement : ANR) : « *Modélisation du processus de saltation (transport de sédiment) en milieu extrême. Application au raz Blanchard* ».
- **Thibaut NICO** (CIFRE ECA Robotics) : « *Étude et développement de solutions de relocalisation d'objets sous-marins par des véhicules sous-marins hétérogènes* ».
- **Vincent MYERS** (financement : Defence & Research Canada) : « *Traitement, interprétation et exploitation d'images sonar à antenne synthétique obtenues à partir de trajectoires répétitives* ».

FOCUS

DES ROBOTS AUTONOMES DANS LES COURANTS MARINS

Afin d'effectuer des missions longues sur de grandes distances, la thèse de **Thomas Le Mezo** utilise des courants marins comme force principale de propulsion. Un nouveau type de robot sous-marin a été développé (*cf. photo*) et validé en mer. De nouveaux outils théoriques

ont également été proposés. C'est une contribution importante à la validation de la sûreté de fonctionnement des systèmes cyber-physiques. Ces travaux ont été valorisés par de nombreuses publications scientifiques dans des journaux internationaux (IEEE TAC, AMC, IJC).



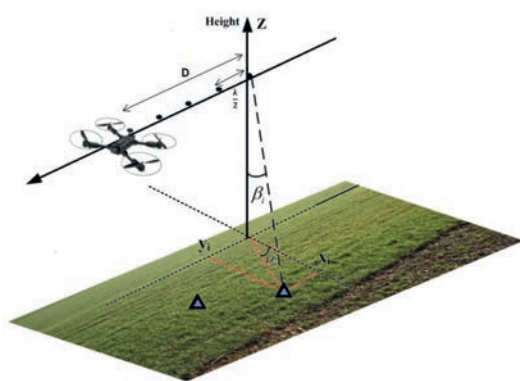
robotique mobile
système autonome # localisation
perception # contrôle

**33 PERSONNELS
dont 18 DOCTORANTS**

33 ARTICLES
dans des revues "acl"
et conférences
+ 2 ouvrages

APPLICATIONS

Défense et sécurité, archéologie sous-marine, intervention en environnement hostile.



- # séparation aveugle de sources
- # statistiques d'ordres supérieures
- # traitement du signal # robotique
- # télécommunications
- # guerre électronique
- # radio cognitive # biomédical

16 PERSONNELS
 dont 8 DOCTORANTS

2 PUBLICATIONS
 dans des revues
 à comité de lecture
 + 2 livres et 1 chapitre
 d'ouvrage

APPLICATIONS

Télécommunications, guerre électronique, robotique, systèmes embarqués, internet des objets, biomédical...

COMMUNICATION NUMÉRIQUE

(ÉQUIPE COM)

AXES DE RECHERCHE

L'équipe s'intéresse aux méthodes statistiques et aux algorithmes de traitement de signal, en se focalisant sur les systèmes d'antenne et la miniaturisation des circuits électroniques.

FOCUS

SYSTÈME ANALOGIQUE NUMÉRIQUE MULTICOUCHE POUR LA CYBERDÉFENSE OU LA SURVEILLANCE RADIO

› projet StCyber ; financement : DGA ;
www.enst-breratgene.fr/StCyber

Nul doute qu'une attaque intensive sur nos systèmes de communication serait très grave voire critique. En effet, les technologies de communication et nos machines communicantes et intelligentes sont omniprésentes dans la vie quotidienne. Les moyens de communication (station de base, GPS, drones,

satellites) peuvent être la cible de bruits et d'interférences radio, mais aussi d'attaques malveillantes. Ce projet innovant permettra une protection efficace dans le cadre d'une stratégie cyberdéfense, par une amélioration de nos capacités à assurer une surveillance radio.

PROGRAMMES DE RECHERCHE

> TÉLÉCOMMUNICATIONS

- En estimant les caractéristiques du canal de transmission pour mieux transmettre et protéger l'information.
- Théorie des jeux pour développer des protocoles pour une radio cognitive tactique.
- Smart Antenna & Beamforming (Formation de voies) : l'antenne doit s'adapter automatiquement à son environnement.
- Internet des objets et problèmes de réseaux sans fil liés à la coexistence des communications machine-to-machine (M2M) et human-to-human (H2H).

> APPLICATIONS MÉDICALES

(avec l'hôpital des armées et le CHRU de Brest)

- Acquisition et traitement des électrocardiogrammes d'un fœtus et de sa mère à l'aide de capteurs sans fil.
- Caractérisation et classification de thrombose veineuse profonde (caillot sanguin).
- Utilisation des signaux EEG (électroencéphalographie) et EMG (électromyogramme) pour contrôler une chaise roulante par une personne paraplégique.
- Utilisation des signaux EOG (électro-oculographie) pour actionner et surfer sur une page web par une personne paralysée ; réaliser un capteur ECG sans fil et un simulateur pour la faculté de médecine.

2 NOUVELLES THÈSES EN 2019

- **Rida MORTADA** (financement : bourse libanaise) :
 « Captage d'énergie dans une radio cognitive ».
- **Marwa IBRAHIM** (financement : bourse libanaise) :
 « Stratégies écoénergétiques couplées avec l'analyse de Big Data dans les réseaux de capteurs sans fil ».

CONTACT

Ciprian TEODOROV
ciprian.teodorov@ensta-bretagne.fr
T. +33 (0)2 98 34 89 53

RECHERCHE



Projet Ker-Seveco.

MÉTHODES, OUTILS, CIRCUITS ET SYSTÈMES (ÉQUIPE MOCS)

AXES DE RECHERCHE

Les méthodologies du génie logiciel constituent le cœur de l'activité. Les applications sont innombrables : villes intelligentes, maisons connectées, e-santé, défense. Toutes nécessitent des systèmes embarqués connectés.

La partie logicielle y est prépondérante, très hétérogène, du fait des divers matériels qui interagissent, et doit offrir sûreté de fonctionnement, sécurité de communication et protection des données. S'y ajoutent les nombreuses attentes de l'industrie en matière de logiciels : conception plus rapide, plus sûre, évolutions plus faciles, capacité de virtualisation et de simulation, gestion de la variabilité...

Thèmes scientifiques principaux : fédération de modèles hétérogènes, techniques de vérification formelle, sécurisation du flot de compilation pour les circuits reconfigurables, virtualisation d'architectures reconfigurables pour la conception de systèmes sur puce (SoC) pérennes et sécurisés, gestion de la variabilité pour la conception de lignes de produits.

PROGRAMMES DE RECHERCHE

- EASE4SE (s'est achevé en 2019) : fédération de modèles exécutables pour la simulation opérationnelle de systèmes de défense.
- VeriMoB (se poursuit en 2020 avec PragmaDev) : exécution et vérification formelle de modèles de systèmes de systèmes développés avec le cadre architectural de l'OTAN (NAF). L'outil PROCESS a été développé et intègre le moteur de vérification formelle OBP2 (www.obpcdl.org).
- Sécurisation d'architectures Overlay pour un maintien long en condition opérationnelle de circuits numériques (se poursuit en 2020).
- JoinSafeCyber : concevoir un cadre de conception et d'analyse permettant de modéliser et de raffiner les spécifications d'un système critique en prenant en compte à la fois les exigences relatives à la sûreté de fonctionnement et les exigences relatives à la Cyber Sécurité.

1 SOUTENANCE DE THÈSE EN 2019

- **Vincent LEILDE** (financement : région Bretagne) : « Aide au diagnostic de vérification formelle de systèmes ». Cette thèse était menée dans le cadre du projet DEPARTS (DESIGN PATTERNS FOR REAL-TIME AND SAFE APPLICATIONS), financé de 2013 à 2018 par le programme des investissements d'avenir sur les « Briques Génériques du Logiciel Embarqué ».

3 NOUVELLES THÈSES EN 2019

- **Emilien FOURNIER** (financement : pôle d'excellence cyber, région Bretagne) : « Anticipation de la menace à l'exécution de systèmes critiques ».
- **Grégoire DE BROGLIE** (financement : DGA) : « Communications furtives par radio logicielle avec un drone aérien dans un contexte de radio cognitive ».
- **Maelic LOUART** (financement : région Bretagne ; chaire cyber-navale) : « Détection automatique en temps réel des usurpations AIS ».

FOCUS

KER-SEVECO

Nouveau projet qui vise à développer les produits et services intégrés aux véhicules connectés, ainsi que les services externes associés.

Ces services embarqués aux véhicules auront suivi un processus de développement sécurisé. ENSTA Bretagne intervient en développant une méthodologie de conception

et un outillage de tests de cyber-sécurité spécialement orientés « véhicules connectés ». Cette méthodologie doit couvrir du niveau système, intégrant les exigences de sécurité, aux modules de communication du calculateur embarqué. Les résultats attendus du projet sont le développement de nouveaux services de mobilité

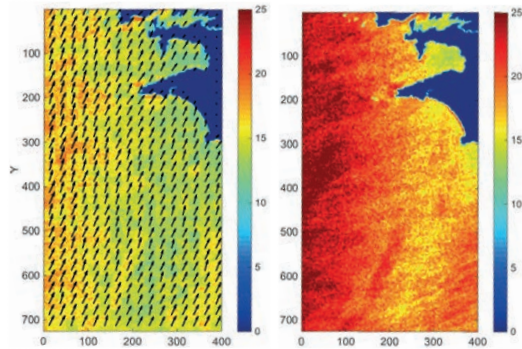
comme la gestion de flotte, le développement d'un CyberLab pour assurer les tests de sécurité des services et un support méthodologique reposant sur une vérification formelle des exigences de sécurité. 3 partenaires : KEREVAL, Mobility Tech Green et ENSTA Bretagne.



#sûreté #sécurité #systèmes embarqués #conception système #virtualisation de circuit #fédération de modèles #vérification formelle

16 PERSONNELS
dont 10 DOCTORANTS

22 ARTICLES
dans des publications
et conférences
internationales



Champs de vents estimés à partir d'images radar satellitaires.



capteurs # radar # GNSS # GE
 # canal de propagation # fouillis
 # modélisation électromagnétique
 # signature de cibles
 # environnement # télédétection
 # inversion # expérimentation

15 PERSONNELS
 dont 8 DOCTORANTS

14 PUBLICATIONS
 dans des revues
 à comité de lecture
 et des conférences
 internationales

APPLICATIONS

Radar ; guerre électronique ;
 géolocalisation et navigation ;
 pollution en mer ; surveillance ;
 sécurité et sûreté maritime ;
 télédétection micro-onde ;
 détection/reconnaissance
 et poursuite de cibles [à partir
 de signaux/images radar].

PROPAGATION ET INTERACTIONS MULTI-ÉCHELLES

(ÉQUIPE PIM)

AXES DE RECHERCHE

Ces recherches visent à intégrer davantage d'intelligence artificielle dans les systèmes d'acquisition et d'exploitation des observations issues de systèmes de type radar (aéroporté ou satellite) ou de géolocalisation de type GPS.

L'équipe axe ses recherches sur le développement et l'amélioration des outils de modélisation et d'optimisation pour l'aide à la représentation et à la compréhension de phénomènes issus de l'interaction des ondes électromagnétiques avec l'environnement.

Ces phénomènes sont observés à différentes échelles.

- Modélisation et simulation électromagnétique multi-échelle, multi-physique.
- Propagation et interaction des ondes avec l'environnement [mer, atmosphère, terre].
- Modélisation et simulation des systèmes hyperfréquences [bilan de liaison, télédétection microonde, expérimentation...].

FOCUS

DÉTECTION ET POURSUITE DE CIBLES MARINES À PARTIR DE DONNÉES RADAR

Ces algorithmes utilisent des mesures sans seuil, dans des scénarii où les approches conventionnelles échouent, du fait de faibles rapports signal / bruit [SNR] ou d'environnements contraints. Un algorithme original a été développé en partenariat avec Diades Marine, dans le cadre du projet ADEME

e-PANEMA [e-Positionning et Aide à la Navigation en Environnement Maritime] et il a eu le prix IEEE Antennas and Propagation Society, 2019. Il a été développé en utilisant des filtres à particules pour la détection et le suivi des cibles ; ses performances ont été évaluées à l'aide de données radar réelles.

PROGRAMMES DE RECHERCHE

- e-PANEMA : e-Positioning et Aide à la Navigation en Environnement Maritime [financement : Ademe ; avec SAFRAN, Diades Marine, ENSM].
- CEPAMOCS : Caractérisation et Extraction de Paramètres d'une surface de Mer hétérogène Observée par différents Capteurs Satellites [financement : DGA, AID, EGS].
- SLERECIM : l'apport de SFG et LFG dans l'Estimation de la REflectivité de Cibles complexes en Mer [financement : DGA, AID, OAR].
- Mesures SER de cibles en espace libre [financement : Naval Group].
- DOREDO : Détection d'Obstacles par Radar Embarqué sur Drone » [financement : DGA ; avec CESTIM, CNAM Paris].
- TAPERE : Techniques d'Apprentissages Profonds évolutifs pour la dEtection et la Reconnaissance de cibles à partir de données hEtérogènes [financement : DGA, AID, I2R].

3 THÈSES SOUTENUES EN 2019

- **Naïma AMROUCHE** [financement : allocation du gouvernement Algérien ; avec l'université nationale polytechnique d'Alger] : « *Détection, localisation et suivi de cibles manoeuvrantes - Méthodes et algorithmes de poursuite de cibles* ».
- **Honglei ZHENG** [bourse chinoise ; avec Ocean University of China de Qingdao] : « *Étude de la signature électromagnétique d'une surface de mer seule ou couverte de pétrole* ».
- **Clément ROUSSEL** [bourse DGA] : « *Équations différentielles stochastiques pour le champ électromagnétique diffusé par la surface de mer ; applications à la télédétection* ».

ÉQUIPEMENTS DE POINTE AU CENTRE DE RECHERCHE

FOCUS

1600 m² d'extension en sciences mécaniques

Le centre de recherche en mécanique s'est agrandi. Un nouveau bâtiment de 1600 m², sur deux niveaux, a été mis en service en mars 2019, portant la surface totale du laboratoire IRDL à 4000 m².

Les nouveaux moyens expérimentaux y ont été progressivement déployés. Un espace est consacré à l'étude des phénomènes pyrotechniques et de nombreuses autres salles spécialisées accueillent des matériels sophistiqués pour l'étude des propriétés mécaniques, tels qu'un triboindenteur pour les observations et mesures à l'échelle nanométrique.

Ce nouveau bâtiment favorise également la croissance des équipes de recherche et l'intégration de nouveaux enseignants chercheurs, doctorants, post-doc et stagiaires de l'Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRDL).

Rénovation de 850 m² dédiés à la cybersécurité

Après rénovation en profondeur d'une aile du centre de recherche en technologies de l'information (laboratoire Lab-STICC), un espace de recherche dédié aux programmes sur la cybersécurité a été mis en service en octobre 2019. Il comprend plusieurs bureaux, des salles à accès sécurisé et de nombreux équipements acquis dans le cadre du projet stratégique « Cyber SSI ».

Poursuite des acquisitions dans le cadre du CPER 2015-2020

Les moyens d'essais exceptionnels dont dispose le centre de recherche ENSTA Bretagne ont été complétés grâce aux programmes stratégiques définis par le Contrat de Plan État-Région (CPER).

Pour la période 2015-2020, 5 sujets ont été portés par l'ENSTA Bretagne :

- Cyber SSI (cybersécurité des systèmes physiques et logiciels).
- SMD-MAR (observation de l'environnement marin à l'aide de robots sous-marins autonomes).
- SOPHIE (caractérisation de l'environnement maritime par un système hyperfréquence).
- I-ROMI (conception de nouveaux observatoires par acoustique passive, pour le suivi du bruit ambiant sous-marin lié aux phénomènes géologiques, à la faune et aux activités humaines).
- ECO-SYS-MER (assurer la fiabilité des systèmes mécaniques en interaction avec le milieu marin, de l'échelle du matériau à celle du système).

**5 projets de recherche
stratégiques représentent
5,6 M€ d'équipements
nouveaux de 2015 à 2020
(financés par le CPER¹),
soit 635 k€ d'investissements
pour l'année 2019.**



La plate-forme technologique MASMECA

Elle occupe 1200 m² du centre de recherche ENSTA Bretagne. Ses nombreux moyens expérimentaux visent à caractériser, à plusieurs échelles, les propriétés mécaniques de tous types de matériaux, assemblages et structures, étudiés par le laboratoire IRDL.

5 plateaux techniques :

- Caractérisation dynamique [essais à haute vitesse de sollicitation]
- Caractérisation thermo-mécanique [sollicitations sous conditions mécaniques et d'environnement contrôlées]
- Caractérisation physico-chimique [évaluer l'effet de la microstructure sur le comportement mécanique des matériaux]
- Mesures et observations
- Prototypage

+ d'infos : mameca.ensta-bretagne.fr

<http://bit.ly/MASMECAfr>

Le centre de ressources ENSTA Bretagne en technologies de l'information

dispose également d'équipements expérimentaux conséquents :

- Chambre anéchoïde
- Plateforme radio logicielle SDR
- Systèmes de drones et espace robotique
- Bassin d'essais
- Véhicules hydrographiques
- Espace cyber...

¹ CPER : Contrat de Plan État-Région (avec accent sur E)


Formation
et Apprentissages
Professionnels
EA 7529

UNITÉ DE RECHERCHE **FoAP**

99
MEMBRES,
DONT 44 DOCTORANTS,
AUXQUELS S'AJOUTENT
27 CHERCHEURS
RATTACHÉS,

— ○ —
DONT 22 CHERCHEURS
ET 13 DOCTORANTS
DANS L'ÉQUIPE
FORMATION ET
PROFESSIONNALISATION
DES INGÉNIEURS (FPI)

FICHE D'IDENTITÉ

- Créé le 1^{er} janvier 2019, FoAP succède au CRF [Centre de Recherche sur la Formation]
- Il fédère les équipes de sciences humaines de l'ENSTA Bretagne, du Cnam Paris et d'AgroSup Dijon.
- Sous statut Équipe d'Accueil : EA 7529
- La gouvernance est collégiale. Denis Lemaître, professeur à l'ENSTA Bretagne, a été nommé directeur.
-  bit.ly/webFoAP



PROJET SCIENTIFIQUE

Interroger le métier d'ingénieur et sa formation.

L'équipe étudie le rapport entre le social et la technique, du point de vue des identités, des savoirs, des organisations et des apprentissages. Elle intègre les dynamiques socioculturelles depuis le niveau micro [ex. : l'individu face au système technique] jusqu'au niveau macro [ex. : évolution mondiale des systèmes de formation des ingénieurs].

PROGRAMMES DE RECHERCHE

Nos différents projets portent sur la formation des ingénieurs à l'innovation responsable selon les principes du développement durable au sens large.

Nous travaillons au développement d'une approche sociotechnique des problèmes, qui associe les composantes techniques, économiques, juridiques, humaines, sociales, environnementales, politiques, éthiques...

CONTACTS

Linda GARDELLE

Enseignante chercheure, responsable
du département Sciences Humaines
et Sociales, responsable de l'équipe FIP
linda.gardelle@ensta-bretagne.fr
T. +33 [0]2 98 34 89 05

Denis LEMAITRE
Enseignant chercheur,
directeur du laboratoire FoAP
denis.lemaitre@ensta-bretagne.fr
T. +33 [0]2 98 34 88 65

FOCUS

LANCEMENT DU NOUVEAU LABORATOIRE FORMATION ET APPRENTISSAGES PROFESSIONNELS (FOAP)

Le Cnam Paris, ENSTA Bretagne et AgroSup Dijon unissent leurs équipes de sciences humaines par la création d'un laboratoire de référence en Sciences de l'Éducation et de la Formation, à l'échelle nationale et internationale, sur les questions de la formation au sens large : formation professionnelle initiale, enseignement supérieur, formation tout au long de la vie, apprentissages dans l'activité, parcours professionnels.

La formation des ingénieurs y tient une place importante, notamment sous l'angle de la formation à l'innovation responsable et au développement durable, axe que porte particulièrement l'équipe FPI à l'ENSTA Bretagne.

Historiquement, le ministère des armées et le ministère de l'agriculture et de l'alimentation ont une importante activité de formation professionnelle initiale et continue. Les deux écoles, ENSTA Bretagne et AgroSup Dijon, imprégnées par cette culture, trouvent dans le Cnam un autre établissement dont c'est la vocation première. Les équipes de Dijon, de Paris et de Brest se connaissent et collaborent ainsi depuis longtemps.

Trois axes thématiques :

- Conception de formations, circulation des savoirs et compétences des apprenants,
- Curriculum et dynamiques identitaires,
- Espaces d'action et apprentissages professionnels.

FORMATION ET PROFESSIONNALISATION DES INGÉNIEURS (ÉQUIPE FPI)

Projet RIIME PHC Maghreb

« Recherche sur les Ingénieurs et la formation à l'Innovation au Maghreb face aux enjeux Environnementaux » (RIIME) est un projet financé par le ministère français des Affaires étrangères, via CAMPUS France, le ministère algérien de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, le ministère marocain de la Recherche et de l'Enseignement supérieur et le ministère tunisien de la Recherche et de l'Enseignement supérieur.

Ce projet qui comprend 7 thèses, porte sur le Maghreb mais les questions soulevées peuvent aussi se poser en France et en Europe.

L'objectif est d'améliorer la contribution des formations scientifiques et techniques à la formation d'innovateurs responsables, conscients des grands enjeux contemporains, dans un contexte de relations complexes entre les besoins du terrain (entreprises / États / société), les évolutions des formations d'ingénieurs, l'influence très forte, des référentiels internationaux qui veulent étendre leur influence et se concurrencent (CTI, ABET, CDIO...).

Colloque Questions de Pédagogies dans l'Enseignement Supérieur, 17-21 juin 2019 : « (Faire) coopérer pour (faire) apprendre »

Ce colloque international et francophone a été créé à Brest en 2001, par IMT Atlantique [site de Brest] et l'ENSTA Bretagne. Il a rapidement pris son essor et voyagé dans différentes villes (Lille, Louvain-la-Neuve, Angers, Sherbrooke, Grenoble), rassemblant toujours plus de participants.

Pour sa dixième édition, le colloque est revenu dans son port d'attache, organisé cette fois par l'ENSTA Bretagne, IMT Atlantique et l'Université de Bretagne Occidentale. Il a réuni 400 enseignants et chercheurs. Les diverses activités proposées ont rencontré un franc succès : pré-colloque de formation des enseignants, conférences, sessions de présentation des communications, ateliers de mise en œuvre pédagogique.

Projet A-STEP2030

Le projet ERASMUS+ « Attracting diverse Talent to the Engineering Professions of 2030 » réunit des institutions d'enseignement supérieures soutenant l'innovation pour la formation d'ingénieurs responsables, capables de répondre aux défis sociétaux du développement durable.

Plus de 50 chercheurs et enseignants de 6 pays européens sont mobilisés. Le consortium du projet comprend sept membres : ENSTA Bretagne (France), Dublin Institute of Technology (Irlande), Aalborg University (Danemark), Helsinki Metropolia University (Finlande), Universum (Suède), SEFI (European Society for Engineering Education) et BEST (Board of European Students of Technology) de Belgique. Le projet est coordonné par l'ENSTA Bretagne, sous la responsabilité de Klara Kövesi.

A-STEP 2030 a démarré en septembre 2018 pour trois ans. Il vise à développer une démarche d'apprentissage innovante en accord avec les valeurs et motivations des apprenants. L'objectif est de les former aux compétences nécessaires en lien avec les défis du développement durable et d'attirer en formation d'ingénieur des jeunes qui auront ce but.

Deux études européennes ont été réalisées : une qualitative (dans 4 pays

européens) sur les compétences des ingénieurs pour assurer les défis de développement durable, et une étude quantitative (dans 6 pays européens) interrogeant l'impact des valeurs et des motivations des jeunes, des étudiants et des apprenants adultes sur leurs futurs choix de carrière.

Les résultats ont été partagés dans trois workshops européens, quatre symposiums d'été, une conférence nationale, quatre communications, un webcast et cinq webinaires.

+ d'infos : www.astep2030.eu/en

Projet « L codent L créent »

Ce projet est à la fois un dispositif de formation et un projet de recherche.

Les études d'ingénierie se féminisent (27 % de filles en moyenne en 2016/2017 contre 19.9 % en 1990/1991), mais cette évolution ne s'opère pas de manière homogène selon les domaines. Les recherches accréditent l'idée que les images et perceptions du numérique constituent le principal élément explicatif à ce repli.

Des ateliers de programmation à destination de collégiennes de 6 établissements de la région de Brest (dont 3 en réseau d'éducation prioritaire), animés exclusivement par des étudiantes en licence et école d'ingénieur, ont été mis en place et ambitionnent de faire évoluer cette représentation.

Dans une perspective de sociologie des acteurs-actrices, ce projet s'attache à rendre compte de la manière dont les personnes impliquées dans le dispositif donnent sens à leur engagement et à leurs actions.

> + d'infos : ensta-bretagne.fr/fr/l-codent-l-creent

CAMPUS

Toujours en évolution, le campus ENSTA Bretagne s'est agrandi (cf. page 47), la médiathèque a été relookée (pour favoriser le travail collaboratif), la visioconférence collective a été amplifiée (5 salles de plus), un nouveau service de Wifi ultra performant a été déployé dans toute la résidence des élèves (80 bornes, lien à 1 Gb/s non filtré).

BUDGET : 24,8 M€

[CRÉDITS DE PAIEMENT 2019]

RESSOURCES	DÉPENSES
Subvention du ministère des Armées ▼ 14,6 M€	Personnel ▼ 15,1 M€
Autres ressources (recherche, formation...) ▼ 6,8 M€	Fonctionnement ▼ 6,1 M€
Fonds propres ▼ 3,4 M€	Investissement ▼ 3,5 M€

EFFECTIF

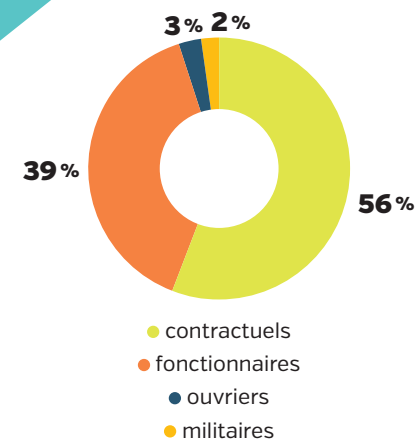
[HORS DOCTORANTS]

Une équipe pluridisciplinaire de **232 personnes**

- > **74** enseignants chercheurs (dont 25 HDR)
- > **26** enseignants
- > **19** techniciens
- > **16** ingénieurs de recherche
- > **20** post-doc
- > **77** personnels de soutien et d'encadrement (dont 2 apprentis)

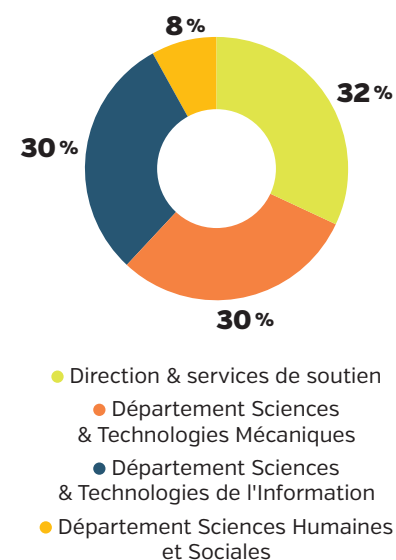
STATUTS

DES PERSONNELS



MISSIONS

DES PERSONNELS



1/3
DES PROJETS
D'APPLICATION
VISENT LA RÉDUCTION
DE L'EMPREINTE
ENVIRONNEMENTALE

30 %
D'ÉTUDIANTES
EN 1^{RE} ANNÉE
À LA RENTRÉE 2019,
EN FORTE HAUSSE
DE 10 POINTS

ENSTA Bretagne
participe aux réflexions
des Responsables
DD&RS de la Conférence
des Grandes Écoles.
L'école a pris part
au RDV national DD&RD
organisé les 21 et 22 mai
2019 à Strasbourg
et au colloque
« mutations sociétales
et nouvelles compétences.
Quels impacts sur
les organisations ? »
le 2 octobre 2019 à Paris.

DÉVELOPPEMENT DURABLE & RESPONSABILITÉ SOCIÉTALE



AGIR POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

ENSTA Bretagne forme les innovateurs de demain, des ingénieurs responsables, préparés à agir pour le développement durable. Ce grand défi est enseigné et s'expérimente dans le cadre des projets d'application. Il est aussi au cœur de nombreux programmes de recherche en sciences mécaniques, technologies de l'information et sciences humaines.

- Concevoir des systèmes de **transport** moins énergivores.
- Réduire l'empreinte environnementale des **villes** et favoriser l'émergence de services « intelligents ».
- Détecter les **pollutions** à la surface des océans.
- Développer les énergies marines **renouvelables**.
- Mesurer les **impacts** des changements climatiques.
- Écouter et surveiller les populations de **mammifères** marins.
- **Sensibiliser** les étudiants à la prise en compte du développement durable dans tous leurs projets d'ingénierie.

FAIRE PREUVE DE RESPONSABILITÉ SOCIÉTALE

ENSTA Bretagne défend des valeurs d'ouverture, de tolérance, de diversité et mène des actions concrètes pour réduire les inégalités et veiller au bien-être de tous au travail.

- Prévenir et lutter contre le harcèlement et toute forme de discrimination [réseau « **stopdiscr** »].
- Encourager et valoriser les **engagements** citoyens et solidaires des étudiants.
- Changer de regard sur le **handicap** et informer les futurs ingénieurs sur l'accueil de personnes en situation de handicap en environnement professionnel.
- Stimuler l'intérêt des jeunes femmes pour les sciences et l'ingénierie afin d'améliorer la **mixité** de ces métiers.



Le club Enactus ENSTA Bretagne promeut l'entrepreneuriat social et solidaire.



ENSTA BRETAGNE

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
DE TECHNIQUES AVANCÉES BRETAGNE

2, rue François Verny
29806 Brest Cedex 09



www.ensta-bretagne.fr

