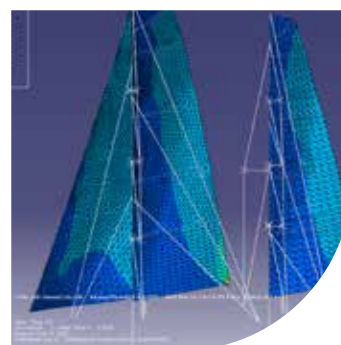
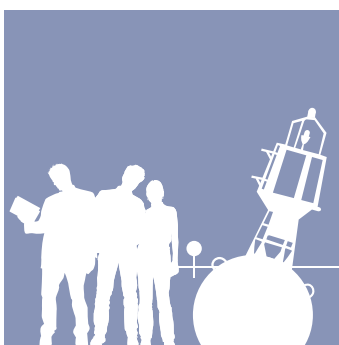


Nicolas Burban, X-ENSTA Bretagne



Cursus d'application en **Architecture Navale**

pour les Ingénieurs de l'Armement

École Nationale Supérieure de **Techniques Avancées** Bretagne
www.ensta-bretagne.fr

L'essor de l'Armement Naval en Bretagne
ENSTA Bretagne



[L'excellence]

L'ENSTA Bretagne est l'héritière d'une longue tradition de formations maritimes dans les domaines de l'architecture navale, de l'hydrographie-océanographie et de l'ingénierie offshore.

Depuis l'origine, l'école forme les ingénieurs de la DGA (Direction Générale de l'Armement) qui conçoivent les grands programmes d'armement. L'école s'est fortement développée en formant des ingénieurs «systèmes» pour les industries de haute technologie. Aujourd'hui 80% des 200 ingénieurs diplômés chaque année sont civils. Cet équilibre entre les besoins en compétences de la DGA, des entreprises industrielles et des cabinets d'architecture navale a structuré un cursus de formation de spécialisation en architecture navale qui se situe au plus haut niveau.

Au coeur d'un réseau quasiment unique en Europe dans le domaine des sciences et technologies liées à la mer, l'ENSTA Bretagne est la seule grande école française dispensant une formation qui couvre toutes les facettes du génie naval. La formation *Architecture Navale et Offshore* est particulièrement prisée des entreprises telles que Alpha Techniques, Brittany Ferries, Bureau Veritas, CMN, DCNS, Germanischer Lloyd, le MaRIN, Piriou, Principia, SBM, STX, Subsea 7... et les cabinets d'architecture navals (Ship Studio, Marc Lombard, HDS, Frédéric neuman...).

La formation s'appuie sur les moyens pédagogiques du campus ENSTA Bretagne : enseignants chercheurs, moyens expérimentaux et de travaux pratiques, laboratoire LBMS (laboratoire brestois de mécanique et des systèmes, EA4325). L'équipe pédagogique est constituée d'enseignants-chercheurs spécialisés en matériaux, structures et en hydrodynamique navale, impliqués dans des travaux et groupes de recherche à l'échelle nationale et internationale. Des intervenants extérieurs, issus du monde académique ou industriel, participent aux enseignements.

> L'ENSTA Bretagne est certifiée ISO 9001 pour l'ensemble de ses activités.



> 780 étudiants

> 80 doctorants

> 18% d'étudiants internationaux

> 20% d'élèves ingénieurs militaires

> 80 % d'étudiants civils

>>> L'ENSTA Bretagne est administrateur du GIS **Europôle Mer**, de l'Institut pour la Transition Énergétique **France Énergies Marines** et des pôles de compétitivité **Mer Bretagne Atlantique** et **iD4CAR**. L'ENSTA Bretagne est également membre des pôles de compétitivité **Images et Réseaux** et **EMC2**.

>>> L'ENSTA Bretagne est administrateur de l'**Université Européenne de Bretagne** et y valorise la thématique sciences et techniques de la mer au sein du conseil scientifique.



L'équipe ENSTA Bretagne / Ecole d'architecture de Paris la Villette a remporté le trophée international Hydrocontest 2014, organisé sur le lac Léman, face à 12 autres brillantes équipes. Le prototype a démontré sa rapidité et son efficacité énergétique.

[Architecture Navale]

> Notre

HISTOIRE

[1819]

Création des écoles des arsenaux de la Marine pour la formation en architecture navale

[1971]

Création de l'ENSIETA

[1990]

Ouverture du concours aux élèves civils

[1992]

Début des activités de recherche

[2007]

Obtention de la certification ISO 9001 : 2000

[2009]

Création du mastère spécialisé Energies Marines Renouvelables

[2010]

Ouverture du cursus d'application en architecture navale pour Ingénieurs de l'Armement

[2010]

Création du Groupe ENSTA avec l'ENSTA ParisTech et adoption du nom ENSTA Bretagne

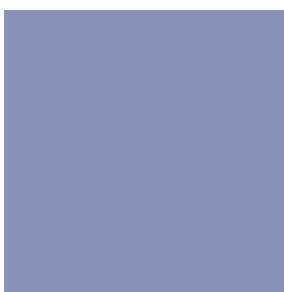
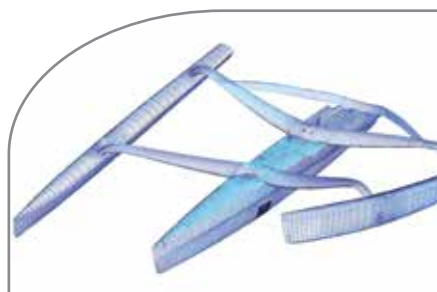
À la demande de la direction des ressources humaines de la DGA, l'ENSTA Bretagne a défini un cursus de formation en architecture navale adapté aux besoins des ingénieurs de l'armement choisissant cette spécialité. Il est le seul dans ce domaine à ce niveau d'excellence scientifique en France et a pour vocation de devenir une référence en Europe (formation également ouverte à des élèves d'écoles d'ingénieurs de niveau 1).

Véritable formation de spécialisation, elle se positionne en troisième année d'école d'ingénieur et dure 16 mois : 7 mois d'enseignement à l'école et 9 mois de projet de fin d'études.

L'objectif recherché est la formation d'ingénieurs maîtrisant les aspects scientifiques et techniques de l'architecture des grands systèmes complexes de l'industrie navale (plate-forme offshore, FPSO, navire de combat...).

Deux axes complémentaires structurent ce cursus. Il s'agit dans un premier temps de donner aux étudiants une vision globale du domaine de l'architecture navale, de leur enseigner les savoirs fondamentaux et les méthodes classiques qui leur permettront de diriger de grands projets de conception de navires. Le second axe consiste en l'acquisition de connaissances scientifiques poussées en hydrodynamique et en calculs de structure mêlant techniques de pointe et modélisation mathématique de haut niveau. L'ensemble permet d'aborder des problématiques de conception avancée orientées vers l'innovation.

>>> Le cursus de formation des ingénieurs en architecture navale réalise un équilibre entre aspects fondamentaux et aspects métiers d'une part, et entre cours théoriques et cours appliqués d'autre part. Tout en maîtrisant les fondements scientifiques de l'architecture navale, l'étudiant disposera des compétences pour concevoir un projet d'architecture navale, en comprendre les différents aspects et en mesurer les enjeux scientifiques et techniques liés au secteur d'activité dans lequel il évoluera.



© J.-Y. Guillaume, ville de Brest

[Programme de formation]

La formation s'appuie sur des modules de pré-requis, des enseignements de socle, des modules d'approfondissements et des modules complémentaires au choix. Dans le référentiel LMD, l'enseignement académique se déroule pendant le semestre 5. Il est complété par un projet de fin d'étude de 9 mois, dans des entreprises du secteur naval ou dans des laboratoires de recherche, qui se déroule au cours du semestre 6.

Modules de pré-requis (60 h)

Les deux modules de pré-requis permettent la transition entre les cours généraux et les enseignements spécifiques du domaine de l'architecture navale.

- Mécanique des Fluides (30 h, intervenants ENSTA Bretagne)
- Modélisation des structures (30 h, intervenants ENSTA Bretagne)

Enseignements de socle (280 h)

> Stabilité du navire (20 h, intervenants ENSTA Bretagne)

> Hydrodynamique navale (100 h, intervenants ENSTA Bretagne)

- Résistance à l'avancement
- Propulsion par hélices
- Manoeuvrabilité
- Tenue à la mer

> Structures navales (60 h, intervenants ENSTA Bretagne)

> Techniques navales (100 h)

- Appareil propulsif (15 h, intervenant industriel)
- Architecture et Intégration des Systèmes (15 h, intervenant industriel)
- Boucle navire et étapes de conception d'un projet (60 h, intervenants industriels et intervenants ENSTA Bretagne en soutien)
- Visites (10 h, intervenants industriels)



Modules d'approfondissements (120 h)

- > Structures navales avancées (40 h, intervenants ENSTA Bretagne)
- > Hydrodynamique navale avancée (60h, intervenants ENSTA Bretagne et centre d'essais)
- > Couplage fluide-structure et acoustique (20h, intervenants ENSTA Bretagne et centre d'essais)

Modules techniques industrielles (50 h)

- > FPSO Design / Subsea Engineering (25h, intervenants industriels)
- > Chantiers navals et production (25h, intervenants ENSTA Bretagne et industriels)

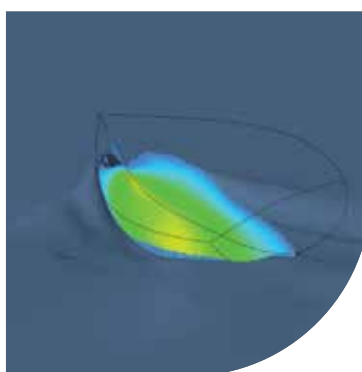
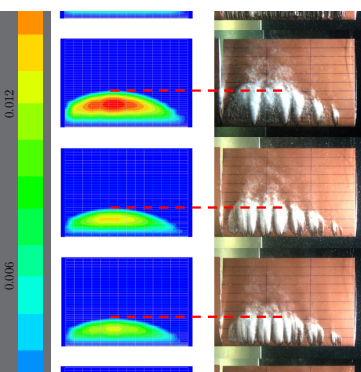
Module complémentaire au choix (25 h)

- > Conception de structures offshore (25h, intervenants industriels)
- > Navires militaires (25h, intervenants industriels)
- > Conception des voiliers (25h, intervenants industriels et académiques)
- > Monitoring (25h, intervenants industriels)

> Nos

PARTENAIRES

ALPHA TECHNIQUES
BOSKALIS
BRITTANY FERRIES
BUREAU VERITAS
CHANTIERS ALLAIS
CGG
CMN
DCNS
DGA
DORIS ENGINEERING
FUGRO
GTT
GERMANISCHER LLOYD
MARIN
PIRIOU
PRINCIPIA
SAIPEM
SBM
SOFRESID
STX
SUBSEA 7
TECHNIP





[Programme de formation]

Des cours ENSTA Bretagne sont disponibles en librairie, dans la collection TECHNOSUP aux éditions Ellipses. Voici trois ouvrages qui intéressent plus particulièrement les étudiants en architecture navale.



Enseignements de sciences humaines (100 h, intervenants académiques)

- > Formation humaine générale (80h)
- > Formation humaine spécifique (20h)

Projets applicatifs et Projet de Fin d'Etude

- > Application Systèmes (60 h, sujets industriels et encadrement ENSTA Bretagne)
Ce projet, situé en fin de semestre 5, se déroule avant le départ en Projet de Fin d'Etude. Chaque étudiant ou binôme traite un sujet fourni la plupart du temps par un industriel.
- > Projet de Fin d'Etude (9 mois, sujets et encadrement industriels)
Ce projet, réelle transition entre les études et la vie professionnelle, doit permettre aux élèves de mener un véritable projet d'ingénieur, sur un problème industriel concret, en disposant d'une certaine liberté d'action et des moyens d'un établissement industriel ou de recherche.

Résistance et propulsion du navire

>>> Auteurs : Jean-Marc Laurens, Responsable de l'option Architecture Navale et Offshore à l'ENSTA Bretagne, Yann Doutreleau Directeur Scientifique à l'ENSTA Bretagne et Lionel Jodet (DCNS). Les aspects théoriques fondamentaux, les aspects pratiques et les principales modélisations de la résistance à l'avancement et la conception du propulseur sont présentés, ainsi que les principales méthodes numériques et expérimentales. La motorisation est exposée, de l'analyse fonctionnelle à l'architecture physique détaillée.

Interaction fluide -structure

>>> Auteur : Jean-François Sigrist, DCNS

L'ouvrage présente les méthodes d'éléments finis pour l'analyse vibratoire de systèmes mécaniques avec prise

en compte des interactions fluide/structure. Il rappelle les bases mathématiques de modélisation de ces problèmes. Il détaille en particulier les différentes formulations couplées, lesquelles peuvent prendre en compte les effets de compressibilité et de gravité dans le comportement du fluide.

Solides déformables : approches linéaires (1)

>>> Auteur : Alain Nême, enseignant chercheur ENSTA Bretagne
L'étude débute par une méthode de caractérisation globale (théorie des mécanismes). Le livre présente, de manière assez exhaustive, la modélisation des assemblages de poutres droites soumises à tous les types de sollicitations (effort normal, effort tranchant, torsion et flexion) et à leurs combinaisons. Cours et exercices corrigés. Un second volume traite des approches non linéaires.



>>> Master Recherche

Depuis septembre 2004, l'Université de Brest (UBO) et l'ENSTA Bretagne délivrent conjointement un diplôme de **Master Recherche dans les deux spécialités suivantes : Hydrodynamique Navale, Matériaux et Structures.**

L'obtention de ces Masters Recherche est possible dans le cadre du cursus spécifique proposé dans ce dossier.

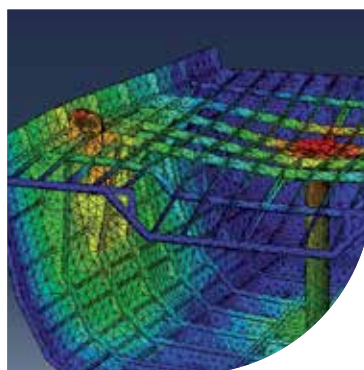
Les modules de la spécialité « Hydrodynamique Navale » sont les suivants :

- Stabilité et tenue à la mer
- Hydrodynamique numérique
- Résistance, propulsion et manœuvrabilité
- Turbulence en hydrodynamique
- Hydrodynamique des corps portants
- Méthodes numériques avancées et Interaction fluide-structure
- Vague : hydrodynamique et télédétection.

Les modules de la spécialité « Matériaux et Structures » sont les suivants :

- Thermodynamique des Milieux Continus et Lois de Comportements
- Eléments Finis pour les problèmes linéaires et non linéaires
- Dynamique explicite et contact
- Mécanique de la rupture et fatigue
- Matériaux et systèmes adaptatifs
- Mathématiques Appliquées : Optimisation

Plateforme d'essais multi-vérin



> Nos

LABOS

Point d'appui d'une formation d'excellence, la recherche se structure en 3 pôles :

> PÔLE MECANIQUE

Le laboratoire LBMS (Laboratoire Brestois de Mécanique et des Systèmes), EA4325, vise à améliorer la connaissance du comportement mécanique en terme de durabilité des matériaux et des structures, notamment navales.

> PÔLE STIC

Il rassemble 4 équipes thématiques intégrées au Lab-STICC (UMR 6285) : perception et cartographie de l'environnement ; radar et télédétection ; acoustique passive ; ingénierie dirigée par les modèles.

> PÔLE SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

Les recherches portent sur la formation et les identités professionnelles des ingénieurs et sont menées au sein du CRF (CNAM Paris) EA 1410.



Hervé Grandjean (X2002), ingénieur de l'armement et architecte naval, a reçu le prix de thèse 2014 de l'Académie de Marine, pour ses travaux de recherche conduits à l'ENSTA Bretagne (laboratoire LBMS).



[Le pôle d'excellence maritime brestois]

Héritière d'une longue tradition de formations d'excellence dans le domaine maritime, l'ENSTA Bretagne accueille depuis la rentrée 2010 les élèves polytechniciens, ingénieurs de l'armement, en cursus d'application en architecture navale. Les architectes navals de l'ENSTA Bretagne travaillent à l'élaboration et à la mise en œuvre de grands projets maritimes.

Au sein du pôle d'excellence brestois, l'ENSTA Bretagne est un acteur majeur du développement maritime durable. L'expertise ENSTA Bretagne couvre l'ensemble des thématiques d'étude en sciences marines : durabilité des matériaux et des structures navales, hydrodynamique navale, sciences et techniques liées à la connaissance de l'environnement marin, robotique sous-marine, hydrographie,...

Capitale européenne des sciences et technologies marines, la région brestoise concentre en effet plus de la moitié de la recherche française dans ces domaines, au sein d'organismes de recherche de renommée internationale : IFREMER, Institut Universitaire Européen de la Mer, Institut polaire Paul Emile Victor, SHOM, CEDRE, Agence des Aires Marines Protégées, Labex Mer, France Energies Marines, centre de recherche ENSTA Bretagne... Brest est aussi un haut lieu de l'industrie maritime : Pôle Mer Bretagne Atlantique, DCNS, THALES, SAIPEM, PIRIOU, DAMEN, IXBLUE, SERCEL, ECA, CDK, HDS, ACTIMAR,...

Fondement d'une formation d'excellence, le centre de recherche ENSTA Bretagne intervient dans des programmes nationaux et européens sur la connaissance de l'environnement marin, la sécurité et la sûreté maritime, le navire du futur ou les énergies marines renouvelables.

> CONTACTS

Patrick Puyhabilier
Directeur

Ingénieur général de l'armement

patrick.puyhabilier

@ensta-bretagne.fr

tél. +33 (0)2 98 34 88 14

Yann Doutréleau
Directeur Scientifique

Ingénieur en chef de l'armement

yann.doutréleau

@ensta-bretagne.fr

tél. +33 (0)2 98 34 87 38

Jean-Marc Laurens
Responsable de la formation en architecture navale et ingénierie offshore

*Enseignant chercheur HDR
Hydrodynamicien au sein du laboratoire LBMS,*

jean-marc.laurens

@ensta-bretagne.fr

tél. +33 (0)2 98 34 87 52

ENSTA Bretagne
École Nationale Supérieure de **Techniques Avancées** Bretagne

2 rue François Verny - 29806 Brest cedex 9

Tél. +33 (0)2 98 34 88 00 - Fax +33 (0)2 98 34 88 46

www.ensta-bretagne.fr

