



Mastère spécialisé®
Pyrotechnie et Propulsion
*Advanced Master in
Pyrotechnics and Propulsion*

© ESA-CNES-ARIANE SPACE / JM Guillion



BECOME AN EXPERT

Aérospatiale / Défense / Automobile / Travaux publics / Sécurité & prévention
Aerospace / Defense / Automotive / Civil Engineering / Safety and Prevention



Pyrotechnie et propulsion ?

Cette formation vise la connaissance des phénomènes de combustion, de déflagration et de détonation. Ces phénomènes physiques se caractérisent par l'obtention de températures élevées et de fortes pressions dans des temps très courts.

L'acquisition d'une expertise de haut niveau permettant de maîtriser l'intégration de ces phénomènes dans un système mécanique complexe et les techniques propres à la fabrication, à la mise en œuvre et à l'utilisation pratique des matériaux énergétiques sont au cœur du programme de cette année de spécialisation.



Domaines d'application

Les techniques étudiées, pyrotechniques et de propulsion, sont employées à très grande échelle dans tous les secteurs de l'industrie :

- ✦ Aérospatial (propulsion de fusées, satellites...)
- ✦ Défense (missiles, explosifs militaires...)
- ✦ Automobile (airbags, prétensionneurs de ceintures...)
- ✦ Travaux publics (mines, chantiers, carrières...)
- ✦ Prévention des risques industriels (dépollution de sites, incendies, explosions...)



Dans un contexte de forts investissements dans les programmes de défense et l'aérospatiale, les entreprises industrielles recrutent rapidement ces spécialistes en pyrotechnie et propulsion pour répondre à la demande de clients exigeants, en France et à l'international.

We are entering a period of extensive investment in defense and aerospace programs, where industrial companies are recruiting specialists in Pyrotechnics and Propulsion in order to meet the high standards of French and international clients.

Pyrotechnics and Propulsion ?

The aim of this course is knowledge of combustion, deflagration and detonation phenomena. These physical phenomena are characterized by high temperatures and pressure, reached in a short period of time.

The acquisition of high-level expertise enabling the integration of these phenomena into a complex, mechanical system and into specific manufacturing and application techniques, and practical use of substances which could generate such phenomena, are at the heart of this year of specialization.

Fields of Application

The techniques studied, pyrotechnics and propulsion, are employed extensively in all sectors of industry:

- ✦ Aerospace (rocket propulsion, satellites)
- ✦ Defense (missiles, military explosives)
- ✦ Automotive (airbags, seatbelt pretensioners)
- ✦ Civil engineering (mines, sites, quarries)
- ✦ Industrial hazard prevention (depollution of sites, fires, explosions...)



Formation unique en France

La seule formation à bac +5 et bac +6 de France en pyrotechnie est délivrée par l'ENSTA Bretagne. L'expertise de l'ENSTA Bretagne dans ce domaine résulte des nombreuses applications de la pyrotechnie dans le secteur de la défense dont est issue l'école.

Objectifs de la formation

Ce cursus complète une formation d'ingénieur par l'acquisition de compétences techniques de haut niveau dans les domaines de :

- ★ La mécanique des fluides compressibles et réactifs
- ★ Le comportement dynamique des matériaux
- ★ La chimie des matériaux énergétiques
- ★ La propulsion solide
- ★ Les méthodes de traitement et de simulation numériques
- ★ La réglementation pyrotechnique

Enseignants chercheurs et spécialistes reconnus

Tous les cours sont dispensés à l'ENSTA Bretagne soit par des enseignants-chercheurs permanents, soit par des ingénieurs spécialistes de leur domaine issus de l'industrie : Ariane Group, CNES, MBDA, DGA, Thales group... Vous profiterez d'interventions de spécialistes issus des divers domaines de la pyrotechnie. Vous progresserez rapidement grâce à une pédagogie qui conjugue théorie et application.

The only course of its type in France

Due to its military origins and thus extensive experience in the world of defense, ENSTA Bretagne can boast a long tradition of expertise in this field.

Course Objectives

The curriculum furthers engineer training through the acquisition of high level technical knowledge in the following fields:

- ★ Compressible and reactive fluid mechanics
- ★ The dynamic behavior of materials
- ★ The chemistry of energetic materials
- ★ Rocket propulsion
- ★ Processing methods and numerical simulations
- ★ Pyrotechnic regulations

Renowned Researchers & Specialists

All courses are given at ENSTA Bretagne either by research faculty members or by engineers who are specialists in their field of industry: Ariane Group, CNES, MBDA, DGA, Thales group... (depollution of sites, fires, explosions...). You will profit from the expertise of the staff who are specialized in various areas of pyrotechnics. You will progress rapidly thanks to a pedagogical approach which combines theory and application.

Graduate Profile

Marianne



BAM
(Federal Institute for Materials Research and Testing, Germany)

PROMOTION 2010
Chef de projet R&D
en pyrotechnie

GRADUATED 2010
R&D project leader
on pyrotechnics

1er semestre

Cours et projets

Il est dédié aux cours théoriques (principes fondamentaux de la pyrotechnie et de la propulsion), à la connaissance du domaine (culture générale) et aux applications (intégration dans des systèmes mécaniques divers).

De septembre à février
à l'ENSTA Bretagne

COURS THÉORIQUES

- Ondes de choc et de détonation
- Combustion
- Méthodes numériques
- Auto-propulsion
- Sécurité de fonctionnement
- « Tronc commun »

220 H

CONNAISSANCE DU DOMAINE

- Systèmes pyrotechniques
- Matériaux énergétiques

90 H

APPLICATIONS

- Propulsion
- Sécurité pyrotechnique
- Vulnérabilité

110 H

42 ECTS

- Cours théoriques : 6 UE* x 6 ECTS (36 ECTS)
- Projet d'application : 1 UE* x 6 ECTS (6 ECTS)

*UE : Unités d'enseignement
Le diplôme est délivré à tous les élèves qui satisfont aux épreuves écrites, aux examens de travaux pratiques et à leur projet de fin d'étude.

1st semester

Project oriented training

This is dedicated to theory (fundamental principles of pyrotechnics and propulsion), domain knowledge (academic knowledge) and application (integration in diverse mechanical systems). Courses are taught in French. Course materials are in French and in English.

From September to February
ENSTA Bretagne campus

THEORY

- Shock waves and detonation
- Combustion
- Numerical methods
- Auto-propulsion
- Reliability

DOMAIN KNOWLEDGE

- Pyrotechnical systems
- Energetic materials

APPLICATIONS

- Propulsion
- Pyrotechnic safety
- Vulnerability

42 ECTS

- Theoretical courses: 6 CU* x 6 ECTS (36 ECTS)
- Application project: 1 CU* x 6 ECTS (6 ECTS)

*CU: course unit
This diploma is awarded to students who pass the written and practical exams and whose final year project is successfully defended.

Graduate Profile

Jean-Yves

ONERA
(French Aerospace Lab, Palaiseau)

PROMOTION 2009
Ingénieur de recherche
en propulsion

GRADUATED 2009
Research Engineer -
Propulsion

Graduate Profile

Camille

NEXTER
(Land Defence)

PROMOTION 2011
Ingénieure d'études

GRADUATED 2011
Research Engineer

2nd semestre

En entreprise

Le second semestre est dédié au projet de fin d'étude en milieu professionnel ou universitaire, en France, ou dans un autre pays, avec soutenance en septembre.

De mars à septembre - Exemples

AÉROSPATIAL

- Avant-projet d'une architecture propulsive innovante (SME)
- Études d'architectures pour moteur multipulse (SNECMA Propulsion Solide)
- Étude des oscillations de pression dans un moteur à propergol solide (ONERA)

RECHERCHE

- Interaction d'une onde de détonation dans le nitrométhane avec une cavité gazeuse (CEA)
- Étude de la propagation de déflagrations métastables (Mc Gill University, Canada)

SÉCURITÉ ET PRÉVENTION

- Mise en conformité de l'étude de sécurité pyrotechnique de la BAN de Lann-Bihoué
- Application d'un outil numérique de simulation d'incendie dans des stations des réseaux ferrés souterrains (Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris)

ARMEMENT, DÉFENSE

- Caractérisation de la percussion dans des systèmes pyrotechniques (ALSETEX)
- Influence de la granulométrie de l'aluminium sur les effets des explosifs à effet de souffle augmenté (Institut de Saint-Louis)

CONDITIONS D'OBTENTION DU DIPLÔME

- Le diplôme est délivré à tous les élèves qui satisfont aux épreuves écrites, aux examens de travaux pratiques et à leur projet de fin d'études

2nd semester

Internship

The second semester is dedicated to the final year project in a professional entity/university in France or another country, with a viva voce in September.

From March to September - Examples

AEROSPACE

- Outline of an innovative propulsion architecture (SME)
- Architectural studies of multiple motors (SNECMA Propulsion Solide)
- Study of pressure fluctuations in a solid fuel engine (ONERA)

RESEARCH

- Interaction of a detonation wave in nitromethane with a gaseous cavity (CEA)
- Study of the propagation of metastable deflagrations (Mc Gill University)

SAFETY AND PREVENTION

- Compliance of the pyrotechnic safety study of the Lann Bihoué Naval Air Station
- Application of a numerical simulation tool to fires in underground rail networks (Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris)

ARMAMENT AND DEFENSE

- Characterization of percussion in pyrotechnic systems (ALSETEX)
- Influence of the granulometry of aluminium on the explosive effects of enhanced blast explosives (Institut Saint-Louis)

REQUIREMENTS TO PASS THE DEGREE

- The degree is awarded to students who have fulfilled all necessary examinations and their final thesis



© ArianeGroup

ENSTA Bretagne est une grande école et un centre de recherche pluridisciplinaire, sous tutelle du ministère des Armées. L'école forme, de bac+5 à bac+8, des ingénieurs et des experts, civils et militaires. Elle est reconnue pour son excellence en sciences mécaniques, en technologies de l'information, en sciences humaines pour l'ingénieur et en sciences marines. Les enseignants chercheurs du domaine pyrotechnie et propulsion font partie du laboratoire IRDL.

ENSTA Bretagne was founded in 1971 and is a multidisciplinary engineering and research institute under the auspices of the French Defence Ministry (DGAC). ENSTA Bretagne offers Engineering and MSc programmes to both civilian and military students, in Mechanical Engineering, IT and Maritime Engineering. Research in energetic materials are conducted in IRDL laboratory.



©Armée de l'air/EMA

NIVEAU D'ENTRÉE : BAC+5

Diplôme ou VAE (Validation des Acquis de l'Expérience)

SÉLECTION SUR DOSSIER ET ENTRETIEN

Dès le 15 décembre : inscription et retrait des dossiers sur www.ensta-bretagne.fr

Avant le 15 avril : dépôt des dossiers complets (30 euros de frais de dossier)

Juin : jury et résultat d'admission

FRAIS D'INSCRIPTION

À titre individuel 7 500 euros
Entreprises et organismes 10 000 euros

CONTACT

admission@ensta-bretagne.fr
Tel. : +33 (0)2 98 34 87 01 / 89 74

ENTRY LEVEL

MSc degree or equivalent

APPLICATION PROCEDURES

From 15 December: registration and fill out the application file available on www.ensta-bretagne.eu

15 April: deadline for application submission (administration fees: €30)

June: admission results

TUITION FEES

Individual candidate: €7.500
Company or institution: € 10.000

CONTACT

admission@ensta-bretagne.fr
Tel. : +33 (0)2 98 34 87 01 / 89 74

ENSTA Bretagne - 2 rue François Verny - 29806 Brest cedex 9 - FRANCE

www.ensta-bretagne.fr

