

ANNEE 2008-2009

Master complémentaire en construction navale (M.C.)

RENSEIGNEMENTS

A.N.A.S.T., Institut du Génie civil, Chemin des Chevreuils, 1, Bât. B52, 4000 Liège (Sart Tilman)

Ph. RIGO, tél. : 04/366.93.66 - fax : 04/ 366.91.33 - Courriel : Ph.Rigo@ulg.ac.be

A. HAGE, tél. : 04/366.92.25 - fax : 04/ 366.91.33 - Courriel : Ahage@ulg.ac.be

J. MARCHAL, tél. : 04/ 366.92.27 - fax : 04/ 366.91.33 - Courriel : J.Marchal@ulg.ac.be

CONDITIONS D'ACCES :

Ont accès d'office au master complémentaires (MC) en constructions navales, les étudiants qui sont porteurs du grade académique d'ingénieur civil ou de master du domaine des sciences de l'Ingénieur (Communauté Française de Belgique), un grade académique de deuxième cycle correspondant au grade précité et délivré en Communauté Flamande, les étudiants possédant le Master en Sciences Nautiques de l'Antwerp Maritime Academy, Hogere Zeevaartschool (HZS) d'Anvers (via le certificat en Techniques Maritimes) ainsi que les étudiants de l'École nationale supérieure d'Architecture de Nantes (ENSAN) de Nantes (inscrit au DPEA en architecture navale).

Les étudiants porteurs :

- o d'un diplôme belge de 2e cycle délivré par l'Ecole Royale Militaire (ERM);
- o d'un diplôme belge de 2e cycle (Master 120) délivré par un établissement supérieur de type long (*);
- o d'un diplôme étranger délivré à la suite d'études comparables aux études précitées (*);

peuvent soumettre un dossier de demande d'admission au Conseil des études du M.C en Construction Navale par l'intermédiaire du Service des admissions de l'ULg.

(*), sauf dérogation pour équivalence, les étudiants seront obligatoirement titulaires d'un diplôme d'études supérieures en 5 ans au moins (ou l'équivalent de 300 ECTS)

La formation Master en Constructions navales requiert qu'un minimum de 20 crédits soient obtenus dans une autre institution de façon à conduire au double-diplôme ou co-diplôme. De plus, il faut être titulaire d'un diplôme de 300 ECTS (ou équivalent pour les étudiants de HZS).

Les universités partenaires potentielles liées à ces formations (pour obtenir les 20 ECTS) sont :

- l'Antwerp Maritime Academy, Hogere Zeevaartschool (HZS) d'Anvers (voir Annexe 1)
- l'École nationale supérieure d'Architecture de Nantes (ENSAN) de Nantes (Voir Annexe 2)

ainsi que (accords en phase d'élaboration) :

- L'Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs des Etudes et Techniques d'Armement (ENSIETA), Brest, France.
- Université «Dunarea de Jos» Galati, Roumanie
- Universidad Politecnica de Catagena (UPCT), Espagne
- Ecole Centrale de Nantes (ECN), Nantes, France
- Université Fédérale Fluminense, UFF (Brésil),
- Université Maritime de Haiphong, VIMARU (Vietnam)
- Université Fédérale de Manaus, UFAM (Brésil)
- Université Fédérale de Rio, UFRJ (Brésil)

DUREE DE LA FORMATION

Une année d'études (fractionnable en 2 ans)

CONTENU DU PROGRAMME

FORMATIONS EN CONSTRUCTION NAVALE

CNAV0013-2	Théorie du navire (Jean Marchal) - Statique, dynamique et Propulsion	6 ECTS
CNAV0014-2	Structures navales (Philippe Rigo) - Calcul des structures, - Modes de Construction et Chantiers Navals	8 ECTS
CNAV0012-2	Conception du navire (André Hage) - Boucle navire - Calcul règlementaire	6 ECTS
CNAV0018-2	Technologie de fabrication et Matériaux composites (Ph. Rigo en partenariat avec L. Courard et JP Jaspard)	3 ECTS
CNAV0016-2	Electricité de bord et Moteurs marins (A. Hage en partenariat avec C. Geuzaine-ULg, Ph. Ngendakumana-ULg et W. Schillemans HZS)	3 ECTS
CNAV0015-2	Conception des voiliers et des bateaux rapides (Hage A.)	3 ECTS
CNAV0017-2	Techniques avancées en hydrodynamique navale - Manoeuvrabilité, Tenue à la mer, Propulsion (J. Marchal)	3 ECTS

Plusieurs de ces cours comprennent des séminaires donnés par des membres extérieures, dont Messieurs H. Maus et J-D Caprace (Chantier Naval); E. Lallemand et F Nzengu du Bureau Veritas (Sociétés de Classification) ; Alessandrini B. et JM Laurens (Hydrodynamique et CFD Navale) ; B. Bohlmann (Project Management) ; F. Besnier (Vibration) ; W. Schillemans de HZS (Moteurs), ...

Stage		
ASTG0001-2	STAGE	8 ECTS

Travail de fin d'études (pouvant être combinés avec le stage):

ATFE0001-2	TFE (Travail de fin d'études)	20 ECTS
------------	-------------------------------	---------

DESCRIPTION DES COURS (Constructions navales)

1) → SHIP THEORY (STATIC, DYNAMIC AND PROPULSION) / THÉORIE DU NAVIRE (6 ECTS)

Presentation of background of ship and maritime (the world of naval construction and their interventions)

+ visit of 2 days (shipyard, workshop of motors)

Présentation du milieu maritime et naval (le monde de la construction navale et ses intervenants

+ 2 jours de visite (chantiers navals, atelier de moteurs)

1.1) SHIP STABILITY /STABILITE DU NAVIRE (2 ECTS):

Static and dynamic stability of intact and damaged floating bodies (floating centre, metacentre, small and great inclination, etc), criteria of stability

Stabilité statique et dynamique des corps flottants intacts et accidentés critères de stabilité, ...

1.2) SHIP DYNAMICS / DYNAMIQUE DU NAVIRE (2 ECTS)

- Maneuverability
- Ship launching dynamics
- Sea keeping (ship behavior at sea)
- Towing tank test techniques

Numerical tools for Hydrodynamics, Manoeuvrability and Behaviour of ship ~~in the~~ at sea” are material given in lecture “Advanced lectures in ship hydrodynamic” (see here after, lecture 7.1)

- *Manœuvrabilité*
- *Dynamique du lancement du navire*
- *Comportement du navire en mer*
- *Techniques d’essais sur modèle*

Les outils numériques en hydrodynamique, manœuvrabilité et comportement à la mer sont présentés dans le cours « Cours avancé en hydrodynamique navale » (voir ci-après, cours 7.1)

1.3). **SHIP RESISTANCE & PROPULSION / RESISTANCE A L'AVANCEMENT ET PROPULSION (1.5 ECTS)**

- Ship resistance evaluation
- Ship propulsion evaluation
- Computational design of propeller and propulsion devices

- *Détermination de la résistance à l'avancement d'un navire*
- *Détermination des puissances propulsives d'un navire*
- *Calcul de l'hélice et des systèmes de propulsion*

1.4) **INLAND NAVIGATION / NAVIGATION FLUVIALE (0.5 ECTS)**

Materials of navigation (self propulsion, pushed convoy...), ship resistance and propulsion in a restricted waterway (river, canal, ...); navigation techniques; management and ~~et~~ traffic regulations; economical aspects of inland navigation transport, optimal transversal dimensions of canal, ...

Matériel de navigation (autopropulsion, convoi poussé...), résistance à l'avancement et propulsion en section limitée (rivière, canal, ...); techniques de navigation; gestion et réglementation du trafic en navigation intérieure; aspects économiques du transport fluvial, dimensions transversales optimales des canaux, ...

2) → SHIP STRUCTURES / STRUCTURES NAVALES (8 ECTS)

2.1). FUNDAMENTALS / PRINCIPES DE BASE (4 ECTS)

Description of structure (transversal, longitudinal and mixed system), ship types (tankers, LNG, containers, passenger ships, multi-hulls ...). Components of structure of ship (longitudinal stiffeners, keel, simple hull, double hull, bow and stern, motor zone, ...).

Basic structural calculation (flexion, scissoring and torsion): primary flexion (beam), secondary (frames) and tertiary sector (plates, stiffeners,...).

Criteria of dimensioning, states of limit,

Rational approaches (direct) of sizing (scantling) versus rules based approaches.

Modern tools for modeling & structural analysis (FEA) & Optimisation,

An important part of course is constituted of practical training (weekly)

Description de la structure (système transversal, longitudinal et mixte), types de navires (tankers, méthaniers, porte-conteneurs, bateaux à passagers, multi-coques, ...). Composants de la structure d'un navire (lisse, varangue, ..., simple coque, double coque,... pics avant et arrière, zone moteur, ...).

Calcul structurel de base (flexion, cisaillement et torsion): flexion primaire (poutre navire), secondaire (cadres) et tertiaires (plaques, lisses, ..). Critères de dimensionnement, états limites, Approche rationnelle (directe) de dimensionnement (échantillonnage) versus l'approche réglementaire. Outils modernes de modélisation et d'analyse structurelle, d'optimisation,....

Une partie importante du cours est constituée de travaux pratiques (hebdomadaire)

2.2). ULTIMATE STRENGTH, RELIABILITY ANALYSIS, FATIGUE, VIBRATION, OPTIMISATION / RÉSISTANCE ULTIME, APPROCHE FIABILISTE, FATIGUE, VIBRATION, OPTIMISATION, ... (2 ECTS)

Description of states limit (service, ultimate, accident,) of the structure of the ship (yielding, buckling and tripping of beams, buckling and ultimate strength of plates and stiffened plates, ultimate bending moment of hull girder, fatigue (curves S-N), vibration, collision & grounding, ...). Ultimate strength of hull girder: simplified approach, curve moment-curvature (progressive collapse, Smith method), non-linear analysis, fluid-structure interaction

Vibrations: theory of vibrations (basic notions); technology aspects: Cause of vibrations in ship structures; Techniques of measurement, control and prevention techniques; practical impact on design.

Integration of reliability concepts (loads and strength) in calculation of structures (rule based approaches and direct calculations).

Materials of constructions (steel, alu, composite materials, sandwich panel ...).

Introduction to optimization of ship structures.

Description des états limites (service, ultime, accident, ...) de la structure d'un bateau (plastification, flambement et tripping des poutres, voilement et résistance ultime des plaques et panneaux raidis, moment ultime de la poutre navire, fatigue (courbes S-N), vibration, chocs, échouage, ...). Outils de calcul (approche simplifiée), courbe moment-courbure (incrémentation progressive, méthode de Smith), analyse non-linéaire, interaction fluide-structure,).

Vibrations: théorie des vibrations (notions de base) ; aspects technologiques : Cause des vibrations dans les structures navales ; Techniques de mesure, contrôle et contre-mesures ; Impact pratique sur le dimensionnement.

Intégration des concepts fiabilistes (charge et résistance) dans le calcul des structures (approches règlementaires et calculs directs).

Matériaux de constructions (acier, alu, matériaux composites, panneaux sandwichs, ...).

Introduction à l'optimisation des structures navales.

2.3). **SHIPYARDS & ASSEMBLING TECHNOLOGY / CHANTIERS NAVALS ET MODES DE CONSTRUCTION (2 ECTS)**

Description of shipyard (organization, implantation, functions, overall flow ...) according to sizes and their geographical localization. Economic context. Launching techniques.

Modes of constructions (blocks, panels, ...), sequences of production, fabrication workshops, techniques of assembly (sand blasting and painting, machining and cutting, welding robots, etc.), modern tools of production simulation, concept of «design for production», tools of evaluation of production cost, etc.

Description des chantiers navals (organisation, implantation, type de fonctionnement, flux globaux, ...) en fonction de leur taille et de leur localisation. Contexte économique. Techniques de mise à l'eau.

Modes de constructions (blocs, panneaux, ...), séquences de production, ateliers de fabrication, techniques d'assemblage (grenailage peinture, usinage et découpage, robot de soudage, etc.), outils modernes de simulation de la production, concept de «design for production», outils d'évaluation des coûts de production, etc.

3) → SHIP PROJECT & SHIP DESIGN / CONCEPTION DU NAVIRE (6 ECTS)

Project of ship. : A complete project of ship will cover the course 3.1, 3.2 & 3.3 of this module

Projet de navire (Ship Project): Un projet complet de navire qui couvre les cours 3.1, 3.2 & 3.3 de ce module.

3.1) **SHIP DESIGN METHODOLOGY & PROJECT / MÉTHODE DE CONDUITE DE PROJET DE NAVIRE (3 ECTS)**

Set off of project: Mission of naval architecture, principal steps of the project, program of ship «Loop of ship», definition of the main dimension (lengths, surfaces, volumes,...). Displacement and estimate of mass. General characteristics: coefficients in function of the speed, geometric characteristic of hull, adjustment of dimensions for good behavior in sea and stability, control of stability and of trim. Propulsive power: practical rules of dimensioning, special propulsions and their utilizations. Energy on board: Balance sheet of electric and organization of distribution of energy. Protection against corrosion, isolation (thermic, fire, phonic). Consistency of the project and final control.

Multihull hull: planning catamaran, catamaran with foil, SWATH, SLICE, with Outriggers. Comparison - advantages and disadvantages - : resistance, seakeeping, performances in sea, behaviors of route, maneuverability, control of positioning, structural resistance. Recommendations for concept and design of multihull.

Explosion: Impact of explosions (shock wave, bubble effects, cavitations) on design of ship and dimensioning following formulations empirical (simulation numeric in course II).

Mise en route de projet: Mission de l'architecte naval, étapes principales du projet, spirale du projet, programme du navire «Boucle de navire», définition des grandeurs (longueurs, surfaces, volumes,...). Déplacement et devis de masse. Caractéristiques générales : coefficients en fonction de la vitesse, caractéristiques géométriques de la coque, réglage des dimensions pour une bonne tenue à la mer et stabilité, contrôle de stabilité et d'assiette. Puissance propulsive : règle pratique de dimensionnement, propulseurs spéciaux et leurs utilisations. Energie à bord : Bilan électrique et organisation de la distribution d'énergie. Protection contre la corrosion, isolation (thermique, incendie, phonique). Cohérence du projet et contrôle final.

Bateaux multihull: catamaran planant, catamaran avec foil, SWATH, SLICE, bateau avec Outriggers. Comparaison - avantages et inconvénients: résistance, tenue à la mer, performances en mer, tenue de route, manoeuvrabilité, contrôle de positionnement, résistance structurelle. Recommandation pour le concept et le design des multihull.

Explosion: Impact des explosions (onde de chocs) sur le design des navires et dimensionnement suivant formulations empiriques (simulation numérique dans cours II)

3.2) **CAD & CAM TOOLS – PROJECT / OUTIL DE CAO ET CAE DE CALCUL (2 ECTS)**

Use of CAD (2D, 3D) and CAE tools in ship design.

Softwares for ship design (Maxsurf, Lunais, Napa, Argos, Rhinoceros): 3D hull modeling by using NURB Surfaces (fast and intuitive modeling of the hull shape by means of control points), general arrangement, tank capacities, weight estimation, stability, external aspect, internal structure,

Numerical Simulations and calculation:

- CFD (Fluent, Reva): Ship resistance.
- Structural analysis (FEM: SAMCEF, LSDYNA&USA; MARS): linear static analysis, buckling, non-linear analysis, Simulation of grounding and collisions, underwater and air explosions. Virtual Reality.

Virtual Enterprise.

Exchange of technical data.

Utilisation des outils de CAO (2D, 3D) et de CAE dans la conception de navire. Logiciels de design de navire: Maxsurf, Lunais, Napa, Argos . Simulations Numériques et calcul : CFD (Fluent, Reva), EF: SAMCEF, Simulation des chocs et des explosions sous-marines et en l'air: LSDYNA et USA. Réalité virtuelle. Entreprise virtuelle. Echange de données techniques.

3.3). **MARITIME REGULATIONS & CLASSIFICATIONS SOCIETIES / APPROCHE RÉGLEMENTAIRE ET CLASSIFICATIONS (1 ECTS)**

Rules approach (classifications societies) : BV, ABS, Lloyd,... Applications follow the rules of classification societies. International regulations: IMO, IACS, SOLAS. Classification, surveillance and inspection for maritime and inland ships. Environment: Protection against pollution «MARPOL». Estimation of risks: pollution by hydrocarbons, impact on ship design.

Approche réglementaire (sociétés de classifications) : BV, ABS, Lloyd,... Applications suivant les Règles d'échantillonnage d'une société de classification. Règlements internationaux: IMO, IACS, SOLAS. Classification, surveillance et inspection pour les bateaux maritimes et intérieurs. Environnement : Protection contre la pollution «MARPOL». Estimation des risques: pollution par les hydrocarbures, impact sur le design des navires.

Cette matière devrait, comme actuellement, être enseignée par un extérieur (actuellement Mr Broere du Bureau Veritas) et une personne de ANAST.

4) → FABRICATION TECHNOLOGY & WELDING & COMPOSITES MATERIALS
/ Technologie de Fabrication et matériaux composites (3 ECTS)

4.1). FABRICATION TECHNOLOGY & WELDING / TECHNOLOGIE DE FABRICATION

Fabrication technologies: rivets, bolts, welds
Welding Processes (MIG, TIG, submerged, etc.), welding parameters
Non destructive controls
Processing of residual stresses and distortions
Dimensioning: static and fatigue
Metallurgy of weld joints
Visit of a laboratory

Technologies de fabrication : rivets, boulons, soudures
Soudage : procédés (MIG, TIG, sous flux, etc.), paramètres de soudage
Contrôles non destructifs des soudures
Traitement des déformations et des contraintes résiduelles
Dimensionnement : statique et en fatigue
Métallurgie du soudage
Visite de laboratoire

4.2). COMPOSITES MATERIALS / Matériaux composites

Advantages of composite materials. Properties of polymeric matrix: polyester, epoxy, PUR. Description of properties of reinforcement: glass, carbon, Kevlar, bore, silicium. Comparison with other materials. Description of composites: isotropic, anisotropic, tubes and reservoirs, sandwich, boats. Models for composite materials. Simplified methods for calculation. Fabrication methods.
Méthode de mise en œuvre en construction navale et Règlement de classification pour composites
Practical exercise: design, fabrication and testing on composite material (polyester/glass fibers).

Avantages de matériaux composites. Propriétés des matrices polymériques : polyester, epoxy, PUR. Propriétés des matériaux de renfort : glass, carbon, Kevlar, bore, silicium. Comparaison avec d'autres matériaux. Description des matériaux composites : anisotropes, isotropes, tubes et réservoirs, panneaux sandwich, coques de bateau. Modèles de comportement. Méthodes de calcul simplifiées. Techniques de fabrication.
Application of composites on shipbuilding and review of classification rules on composites.
Exercice pratique : dimensionnement, fabrication et vérification d'un composite polyester/fibres de verre.

5) → ELECTRICITY, SHIP EQUIPMENTS & DIESEL MOTORS / ELECTRICITÉ DE BORD ET MOTEURS MARINS (3 ECTS)

5.1). **Electricity and Ship Equipment** / Equipements et électricité de bord

Network on board: different types of distribution network, protection of electrical board, cables. Production of energy: calculation of installed power, general characteristics of alternators, motors, dynamos, coupling and putting in parallel. The users of energy: classes of users, equipments installed under the deck, equipments installed on the deck. Propulsions diesel electric and turbo - electric. Rules of classification.

Réseau de bord : différents types de réseaux de distribution, protection tableaux électriques, câbles. Production d'énergie : calcul de puissance installée, caractéristiques générales des alternateurs, moteurs, dynamos, couplage et mises en parallèle. Les utilisateurs d'énergie : classes d'utilisateurs, équipements installés sous le pont, équipements installés sur le pont. Propulsions diesel électrique et turbo - électrique. Règlement de classification.

5.2) **Diesel Marine Motors** / Moteurs marins

Operatory parameters and performances. Description of different types of motors. Power of a motor (ISO 3046). Overfeeding. Injection and combustible. Motors supplied with heavy fuel. Emission and reduction of pollutants.

Paramètres opératoires et performances. Description des différents types de moteurs. Puissance d'un moteur (ISO 3046). Suralimentation. Injection et combustible. Moteurs alimentés au fuel lourd. Emission et réduction de polluants.

6) → DESIGN OF SMALL CRAFTS AND HIGH SPEED VESSELS / CONCEPTION DE VOILIERS ET BATEAUX RAPIDES (3 ECTS)

6.1). DESIGN OF SMALL SIZE SHIPS - HIGH SPEED VESSELS / CONCEPTION DES BATEAUX DE PETITE TAILLE & BATEAUX RAPIDES

Hydrodynamics of hull semi-planning et planning : coefficient of velocity, coefficient of lift, wetted length.... Definition of forms of fast ships: forms, deadrise, dimensioning of spray,... Dynamic Stability. Elements of alternative propulsion: water jet, outboard, Z drive. Practical aspects of design

Hydrodynamique des coques semi planantes et planantes : coefficient de vitesse, coefficient de portance, longueur mouillée,... Définition des formes des bateaux rapides : formes, relevé de varangue, dimensionnement des redents,... Stabilité dynamique. Eléments de propulsion alternative : waterjet, hors-bord, Z drive. Aspects pratiques de la conception

6.2). DESIGN OF SMALL CRAFTS - YACHT / VOILIERS

Theory : equilibrium of yacht (wind astern). Stability: of weight, of form, global and initial. Stability of multi-hull: catamaran and trimaran. Insubmersibility and longitudinal stability. Ship resistance, planning, force anti drift. Combination hull – yacht and stability of route.

Practical aspect of design

*Théorie: équilibre du voilier (vent arrière et au près).
Stabilité : de poids, de forme, globale et initiale.
Stabilité des multicoques : catamaran et trimaran. Insubmersibilité et stabilité longitudinale.
Résistance à l'avancement, planning, force antidérive. Combinaison coque - voile et stabilité de route.
Aspects pratiques de la conception*

**7) → ADVANCED LECTURES IN SHIP HYDRODYNAMICS / TECHNIQUES
AVANCÉES EN HYDRODYNAMIQUE NAVALE (3 ECTS)**

7.1). **Behaviour of the Ship in the Sea (Seakeeping)** / Tenue à la mer

Numerical approach of seakeeping prediction
Experimental approach: model and full scale.
Slamming.

*Approche numérique de tenue à la mer
Approche expérimentale : modèle et prototype.
Slamming.*

7.2) **Resistance, Propulsion & Manoeuvrabilité** / Résistance, propulsion et manœuvrabilité

Resistance: interaction between hull and propeller, experimental and theoretical approach.
Maneuverability: introduction and definitions, experimental and theoretical approach.
Rudders: hydrodynamics applied to rudder, types of rudder, interaction between propulsions and rudder, cavitations and design.

This lecture is a complement to lecture n°1 (6 Credits)

*Résistance : interaction entre coque et hélice, Approche expérimentale et théorique.
Manoeuvrabilité : introduction et définitions, approche expérimentale et théorique.
Gouvernails : hydrodynamique appliquée au gouvernail, types de gouvernails, interaction entre propulsion et gouvernail, cavitation et design.*

Ce cours vient en complément du cours de base n°1 de 6 ECTS.

2) Cours organisés à HZS (Anvers)

Transport maritime

- <i>Ship's exploitation (part 2)</i>	36/-	4 C
- <i>Supply Chain Management (1)</i>	24/-	3 C
- <i>Droit maritime (Partim 2)</i>	24/-	3 C
- <i>Analysis of shipping markets</i>	24/-	3 C
- <i>Port management and policy</i>	24/-	3 C

Techniques maritimes

- <i>Réglementation du trafic maritime et manoeuvres</i>	24/12	3 C
<i>Manoeuvres (partim 3)</i>		
<i>Labo manoeuvres</i>		
<i>Réglementation du trafic maritime (partim 4)</i>		
- <i>Propulsion (moteurs marins)</i>	24/12	3 C
<i>Propulsion (partim 2) - théorie</i>		
<i>Propulsion des navires (partim 2) - exercices</i>		
- <i>Inspection, survey et entretien</i>	24/-	3 C
- <i>Advanced maritime technology and safety</i>	12/12	3 C
- <i>Advanced stability</i>	12/12	3 C

Le choix du stage et le choix du TFE (et de son promoteur) devront être validés par le coordinateur académique de la formation conjointe, qui sera désigné en commun accord par HZS et l'ULG.

Rappel : Vingt crédits (20) au moins du programme doivent être effectivement suivis par chaque étudiant auprès de chacune des institutions signataires (HZS et ULG).

ANNEXE 2 : Formation conjointe ULG-ENSAN (60 crédits)

Partenaire : École nationale supérieure d'Architecture de Nantes (ENSAN)

À l'issue de la formation, l'étudiant se voit délivrer un double diplôme, (Master complémentaire pour l'ULG et DPEA pour l'ENSAN) délivré par les deux institutions signataires.

Les cours (60 Crédits) sont choisis par l'étudiant dans les listes suivantes (20 crédits minimum dans chaque institution).

COURS DONNES à L'ULG

A) Cours (32 Crédits):

Ces cours sont donnés de septembre à fin janvier à l'ULg (Liège)

Théorie du navire (Jean Marchal) - Statique, dynamique et Propulsion	6 crédits
Structures navales (Philippe Rigo) - Calcul des structures, - Modes de Construction et Chantiers Navals	8 crédits
Conception du navire (André Hage) - Boucle navire - Calcul règlementaire	6 crédits
Technologie de fabrication et Matériaux composites	3 crédits
Electricité de bord et Moteurs marins	3 crédits
Conception des voiliers et des bateaux rapides	3 crédits
Techniques avancées en hydrodynamique navale, Manoeuvrabilité et tenue à la mer	3 crédits

B) Travail de fin d'études – 20 crédits

- TFE à l'ULG (20 crédits ECTS) – le promoteur est un Prof. de l'ULG (un co-promoteur de l'ENSAN peut éventuellement être associé)

C) Stage obligatoire – 8 crédits

Un STAGE (8 crédits ECTS) en dehors de son institution de référence (institution ayant délivré son diplôme de master de base), à savoir par exemple :

- a. Stage en industrie ou bureau d'études
- b. Stage dans un institut de recherche
- c. Stage dans un laboratoire

Le choix du stage et le choix du TFE (et de son promoteur) devront être validés par le coordinateur académique de l'ULG de la formation conjointe.

Rappel : Vingt crédits au moins du programme doivent être effectivement suivis par chaque étudiant auprès de chacune des institutions signataires.

COURS DONNES par l'ENSAN

A) Cours (30 Crédits): 1^{er} semestre – à Nantes

<p>UE T1 – 1 Théorie : Culture du navire 1 Histoire, archéologie (48h CM) – Architecture navale (12h CM) – Anglais naval (8h CM) – Psychologie des espaces maritimes (4h CM) – Evolution des infrastructures liées à la navigation (16h CM) – Economie fluviomaritime (8h CM) + travail personnel estimé à 54h</p>	5 crédits
<p>UE T1 – 2 Théorie : Sciences du navire 1 Hydrostatique (12h CM, 4h TD) – Auto redresseur (4h CM) – Mécanique des fluides (16h CM)- Maquette navigante (8h CM, 12h TD) – CAO (6h CM, 30h TD) – Plans de forme (4h CM) – Echantillonnage – 12h CM , 4h TD + travail estimé à 66h</p>	5 crédits
<p>Etudes de cas Petit bateau de plaisance (8h TD) - Hydrostatique (8h TD) – Relevé de forme (4h CM, 12h TD) – Salon nautique (4h CM, 8h TD) + travail personnel estimé à 42h</p>	10 crédits
<p>Projets courts Class 40 (4h CM, 12h TD) – Baliseur (8h CM) – Grand Yacht (20h CM, 16h TD) Travail personnel estimé à 65h</p>	10 crédits
<p>UE I 1 – 1 Intégration pour les étudiants non-ingénieurs Initiation au projet (20h CM, 42h TD) + travail personnel estimé à 62h</p>	Hors crédits
<p>UE I 1 – 1 Intégration pour les étudiants non-architectes Initiation au calcul (31h CM, 4h TD) + travail personnel estimé à 35h</p>	Hors crédits
<p>UE I 1-3 Visites – Workshop Visites de chantiers et de navires (32h TD – Workshop – accueil d'étudiants étrangers (16h TD) + travail personnel estimé à 20H</p>	Hors crédits

B) Cours (30 Crédits): 2ème semestre – à Nantes

<p>UE T2 – 1 Théorie : Culture du navire 2 Histoire de l'innovation (12h CM, 8h TD) – Méthodologie et recherche (12h TD) – Mémoire – 4h CM, 32h TD + travail estimé à 120h</p>	5 crédits
<p>UE T 2 – 2 Théorie ; Sciences du navire 2 Résistance à l'avancement (8h CM, 8h TD) – Poutre navire (4h CM, 4h TD) – Vent, voile, météo (30h CM) – CAO (4h CM, 20h TD) – Hydrodynamique (24h CM) + travail personnel estimé à 90h</p>	5 crédits
<p>UE P 2 – 1 Projets Marketing et industrialisation (24h CM, 32h TD) – Faisabilité marine marchande (24h CM, 32h TD) – Navire rapide (48h CM) + travail personnel estimé à 150h</p>	10 crédits
<p>UE P 2 – 2 Projet long Sujet et document - Esquisse (24h CM, 28h TD) – Avant-projet (24h CM, 34h TD) – Projet (16h CM, 64h TD) + travail personnel estimé à 200h</p>	10 crédits
<p>UE I 2 – 1 Navigation – Visites de chantier Workshop avec Université étrangère. Sorties de navigation (16h TD) – Workshop dans une Université étrangère (24h TD) – Visites de chantiers navals et de navires (16h TD) + travail personnel estimé à 20h</p>	Hors crédits
<p>UE I 2 – 2 Stage 3 mois de mise en situation professionnelle (8h CM) + travail professionnel de 420h + Rapport de stage estimé à 20h</p>	Hors crédits