

Master Marine Sciences

Parcours Hydrodynamique navale

Objectifs

Objectifs scientifiques :

L'objectif de la mention est double : d'abord donner les bases de la connaissance du domaine selon chaque spécialité, Physique de l'Océan et Climat, Géophysique Marine, Hydrodynamique Navale et en parallèle renforcer la formation sur les outils et méthodes mises en œuvre dans les métiers sur lesquels débouchent ces spécialités. Le deuxième aspect a fait l'objet d'une réflexion particulière en 2010 afin de mettre en exergue les méthodes que devrait maîtriser chaque étudiant à l'issue de son master. Le premier volet « connaissances » est développé pour chacune des trois spécialités dès le Master 1ère année et représente à peu près la moitié du contenu pédagogique. Le deuxième volet « outils » est dévolu aux méthodes « mathématiques appliquées », « traitement de données » et « modélisation numérique ». Il est mutualisé entre les trois spécialités.

L'objectif affirmé de la mention Physique Marine est double (i) former à la recherche et (ii) fournir également des bases méthodologiques solides de type Physique de l'Ingénieur pour ceux qui arrêteront leurs études à la fin du master.

Objectifs professionnels:

La demande de nos diplômés par les industriels et les laboratoires tant en Sciences de l'ingénieur qu'en Sciences de l'Univers croît régulièrement pour au moins trois raisons : les préoccupations croissantes sur l'état physico-chimique de la planète et du climat, la gestion des ressources de l'environnement marin et les applications navales liées à la Défense, trois domaines dans l'étude desquels Brest s'est taillé une solide réputation.

Les objectifs professionnels découlent directement de nos objectifs scientifiques. Il y a donc deux types d'orientation professionnelle à l'issue du master, la poursuite en doctorat ou l'intégration dans le monde industriel.

Compétences acquises

Compétences ou capacités évaluées

Le titulaire de ce diplôme devra savoir appliquer les connaissances acquises à des problèmes spécifiques.

Poursuite d'études

[Voir les enquêtes de l'Observatoire de l'UBO](#)

Insertion professionnelle

Ce professionnel peut exercer dans les secteurs public et privé dans les domaines suivants :

- > génie naval ;
- > environnement ;
- > génie offshore ;
- > pétrolier ;
- > applications industrielles.

Il peut exercer les emplois suivants :

- > Chargé d'études recherche et développement
- > Chercheur (après une thèse)
- > Enseignant-chercheur (après une thèse)

[Voir les enquêtes de l'Observatoire de l'UBO](#)

Infos pratiques

Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) à Brest Technopole
Ouvert en stage

Contacts

Responsable pédagogique

RONCIN Kostia (Master 2) (ENSTA BRETAGNE)

Kostia.RONCIN@ensta-bretagne.fr

Responsable Secrétariat pédagogique

Scalarité IUEM

scolarite-iuem@univ-brest.fr

Programme

M1

Semestre 7 PM HN

Enjeux et problématiques des sciences de la mer et du littoral (conférences 2 jours)	3h
Anglais	22h
Programmation scientifique (CTRE)	20h
Fluides 1a formation théorique	40h
Fluides 1: formation expérimentale	10h
Mathématiques Appliquées 1	30h
Modélisation numérique 1	30h
Analyse de données 1	40h
Stabilité du Navire (100% en anglais)	14.5h
Architecture du voilier I (60% anglais, 40% français)	30h
Mécanique du solide	30h

Semestre 8 PM HN

Oral scientifique (CTRE)	20h
Anglais	22h
Formation biblio & projet individuel	20h
Mathématiques appliquées 2	30h
Modélisation numérique 2	20h
Analyse de données 2	46h
Fluides 2	50h

Introduction à l'hydrodynamique navale (25% anglais, 75% français)	60h
---	-----

Projet 2	4h
-----------------	----

M2

Semestre 9 PM HN

Langues	
Connaissance du monde du travail	
Connaissances et techniques de recherches d'emploi	
Turbulence (français)	35h
Résistance, propulsion (75% anglais, 25% français)	20h
Manoeuvrabilité, tenue de la mer (50% anglais, 50% français)	30h
Méthodes numériques avancées (60% anglais, 40% français)	50h
Methodes expérimentales	28h
Analyse bibliographique	
Architecture des voiliers 2 (50% anglais, 50% français)	60h

Semestre 10 PM HN

Projet de recherche	
Stage (de mars à septembre)	

Dernière mise à jour le 21 février 2018

Enjeux et problématiques des sciences de la mer et du littoral (conférences 2 jours)

Présentation

Véritable porte d'entrée au domaine des Sciences de la Mer et du Littoral, cette UE permet aux nouveaux entrants du Master 1 d'échanger avec les étudiants des autres champs disciplinaires et d'identifier les questions scientifiques clés et les problématiques communes des différentes disciplines impliquées dans le domaine de formation SML, tout en se sensibilisant aux défis sociétaux et en valorisant concrètement les intérêts des approches interdisciplinaires et de la démarche d'observation dans les sciences de la Mer et du Littoral.

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 3h

Pré-requis nécessaires

Licence 3 ou équivalence

Compétences visées

Connaissances : Connaître la « culture disciplinaire » (méthodes, contraintes, histoire, problématiques, codes culturels, « jargon ») des autres mentions du master SML.

Savoir-être : Ouverture aux autres cultures disciplinaires, curiosité, capacités relationnelles et sens du collectif.

Savoir-faire : Présenter sa propre discipline/ mention de manière riche, intéressante et claire. Identifier les préconçus et les aspects parfois incompréhensibles de sa propre discipline. Utiliser différents médias, faire preuve de créativité.

Descriptif

Contenu de l'enseignement :

Approche disciplinaire-Présentations des mentions : Présentations par les étudiants et par les enseignants des 8 mentions du domaine SML ; Ressources numériques complémentaires en ligne.

Approches interdisciplinaires-Présentation transverses : Présentations de l'observatoire, de projets interdisciplinaires, de la ZABRI, etc...

Approches thématiques-Ateliers de l'UE Sciences et Société : Préparés et présentés par les M2 dans le cadre de l'UE Sciences & Société.

Méthodes d'enseignement :

Projet autonome : Les étudiants de chaque mention préparent en groupe et en toute autonomie une présentation de leur propre mention et leurs représentations initiales d'une autre mention.

Ressources numériques complémentaires: MOODLE-cours et vidéos

1 ½ journées en amphi : Présentations des différentes mentions par les enseignants et par les étudiants, présentation de l'observatoire et de projets interdisciplinaires de recherche, de valorisation économique ou sociale de la recherche. QCM et débat.

Participation à deux ateliers de l'UE de M2 Sciences & Société : ½ journée

Bibliographie

MATTOR K. M. et al. (2014). Transdisciplinary research on environmental governance: A view from the inside, Environmental Science & Policy, Vol. 42, pp. 90-100.

POHLH, C. (2008). « From science to policy through transdisciplinary research », Environmental Science & Policy, Vol. 11, Issue 1, pp. 46-53.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	Questions à choix multiples

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	Autre modalité	Autre nature			Reprise de la note de session 1

Anglais

3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 11h

Cours Magistral : 11h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	CT	Ecrit et/ou Oral	120	3/5	Coeff Anglais = 1/2 UE PVP
Autres	CC	Ecrit et/ou Oral		2/5	coeff Anglais = 1/2 UE PVP

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	CT	Oral	15	1/1	coeff Anglais = 1/2 UE PVP

Programmation scientifique (CTRE)

Présentation

Ce cours vise à donner un bagage minimum en programmation scientifique. On y aborde:
Gestion des variables : scalaires, chaînes de caractères, tableaux. Instructions graphiques. Contrôle des boucles. Production de figures.

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 10h

Cours Magistral : 10h

Pré-requis nécessaires

aucun

Compétences visées

programmation scientifique sous Matlab

Descriptif

Il s'agit d'un apprentissage par la pratique du langage Matlab

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	CT	Dossier		100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	CT	Oral - exposé	45	100%	

Fluides 1a formation théorique

Présentation

Ce cours couvre

- > description des fluides
- > cinématique et déformation
- > dynamique
- > vorticité
- > mouvements permanents
- > mouvements irrotationnels
- > aérodynamique
- > couches limites laminaires
- > écoulements visqueux
- > ondes de surface et hydraulique

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 16h

Pré-requis nécessaires

Connaissances en mécanique classique et en fonctions de plusieurs variables réelles, de la licence de mathématiques ou de physique

Compétences visées

Connaissance de la dynamique des fluides homogènes incompressibles pour des applications hydrodynamiques, aérodynamiques ou géophysiques

Connaissance des phénomènes, maîtrise des équations sous jacentes, de leurs solutions mathématiques exactes ou approchées, capacité à relier l'expérience et la théorie

Descriptif

En nous appuyant sur UE Fluides expérimental, nous utilisons des exemples physiques vus en laboratoire ou dans la nature, nous les analysons pour en extraire la formulation théorique ; des exemples et des exercices permettent d'appliquer et de maîtriser ces notions.

Des exemples types sont vus en cours – les exercices sont à faire à la maison pour acquérir les compétences pratiques

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	CC	Ecrit - devoir maison		50%	
	CT	Oral	30	50%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	30		

Fluides 1: formation expérimentale

Présentation

Mise en évidence et visualisation du caractère déformable des fluides
 Lien entre propriétés microscopiques des fluides (molécules libres, interactions de Van der Waals, forces et structure internes) et caractère macroscopique (déformabilité, viscosité)
 notion de poids directionnel et de pression omnidirectionnelle (comparaison solide-liquide, ouverture latérale d'un récipient)
 Réversibilité – irréversibilité de l'évolution des fluides (traceurs)
 Déformation de l'élément fluide (traceurs)
 force de flottabilité/Archimède
 notion de vorticité et de rotation (vorticimètres) –  coulements quasi-2D (bulles de savon)
 expériences de Bernoulli (vidange d'une cuve, mesure du jet de sortie)
  coulements a surface libre, effet d'un obstacle de fond, ressaut hydraulique, ondes de surface
  coulements autour d'un obstacle axisymétrique ou d'une aile d'avion, portance, traînée

+ analyse de vidéos d'expériences en laboratoire

1 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 10h

Pré-requis nécessaires

Connaissances en mécanique classique de la licence de mathématiques ou de physique
 capacités expérimentales d'étudiants licenciés en physique

Compétences visées

Compétence en réalisation d'expériences de mécanique des fluides ou en conception de dispositifs expérimentaux simples pour des applications hydrodynamiques, aérodynamiques ou géophysiques

Bibliographie

Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, 2007

Tropea, Cameron, **Yarin**, Alexander, **Foss**, John F. (Eds.)

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - rapport		50%	
	Autre modalité	Oral	10	50%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	30		

Mathématiques Appliquées 1

Présentation

1) Rappels et compléments mathématiques: Equations différentielles ordinaires d'ordre 1 et 2 à coefficients constants – Séries entières

2) Caractérisation des solutions d'équations différentielles linéaires et non-linéaires

- > Notion de flot, portrait de phase, rappel sur l'existence et l'unicité des solutions
- > Linéarisation autour d'un équilibre et notion de stabilité. Introduction à la méthode de Lyapunov pour la stabilité des équilibres.

3) Détermination de solutions d'équations différentielles du second ordre :

- > Développement en série des solutions, théorème de Fuchs.
- > Solutions approchées par méthode de perturbation.

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 20h

Travaux Dirigés : 10h

Pré-requis nécessaires

Intégration des équations différentielles ordinaires *linéaires*.

Compétences visées

Fournir les méthodes de base pour discuter les solutions d'équations différentielles ordinaires. Une telle familiarité est nécessaire car les applications sont nombreuses dans les milieux continus "solides ou fluides". Les solutions exactes ne sont en général pas connues et ce cours présente également des méthodes approchées selon la nature des équations: soit sous forme de séries convergentes, soit sous forme de développements asymptotiques lorsqu'un petit paramètre peut être identifié (méthode de perturbation).

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	2/3	
	CC	Autre nature		1/3	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	45		

Modélisation numérique 1

Présentation

A) Discrétisation spatiale des fonctions et des opérateurs. Stencil, ordre, précision. Méthodes en volumes finis vs. différences finies. Grilles décalées. L'opérateur laplacien en 1D et 2D, conditions aux limites, vecteurs propres. Résolution d'un problème elliptique. Méthodes de résolution itératives.

B) Discrétisation en temps : intégration des équations différentielles ordinaire

- > schémas explicites, implicites
- > stabilité, convergence, ordre
- > schémas multi-pas de temps (Runge-Kutta, Adams Bashforth ...)

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Pratiques : 18h

Pré-requis nécessaires

Algèbre linéaire, équations différentielles ordinaires, dérivées partielles.

Compétences visées

Connaître les méthodes de base pour la discrétisation des équations différentielles. Être capable d'implémenter ces méthodes dans le langage Matlab. Connaître les propriétés fondamentales de ces discrétisations. Savoir utiliser ces méthodes pour résoudre un problème nouveau

Descriptif

Classe inversée. Pratique sur ordinateur dans le langage Matlab.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	2/3	
	CC	Autre nature		1/3	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	30	100%	

Analyse de données 1

Présentation

Ce cours aborde

1. Analyse spectrale des données (Transformée de Fourier, Spectrogrammes, Filtres, Correction de réponse instrumentale) ;

2. Analyse statistique de données :

- > Notions de base : variable aléatoire, PDF, CDF, distributions, moments, estimateurs, théorème de limite centrale.
- > Méthodes d'inférences (méthode de Monte Carlo, bootstrap, jackknife, inférence bayésienne), construction d'intervalles de confiance et test d'hypothèses.
- > Théorie des valeurs extrêmes : Loi d'extremum généralisée, distributions de Pareto. Etc.

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 16h

Pré-requis nécessaires

aucun

Compétences visées

Connaissances – compétences acquises :

1. La notion de Transformée de Fourier, différents types de présentation des données dans le domaine spectral, l'analyse des données en temps-fréquence avec spectrogrammes, les notions basiques de filtrage et présentations des filtres en termes de pôles et zéros, capacités à conduire l'analyse spectrale avec le logiciel MATLAB ;
2. Notions de bases de l'analyse de donnée statistique (statistiques descriptives, statistiques inférentielles) et application à l'analyse de données géophysiques.

Descriptif

Ce cours se fait en salle informatique. Il combine cours et mise en pratique sur ordinateur.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	60%	
	CC	Autre nature		40%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120		

Stabilité du Navire (100% en anglais)

Présentation

Réaliser un dossier de stabilité pour un navire.

2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Dirigés : 2.5h

Compétences visées

A la fin de cette UV, l'étudiant sera capable de :

- caractériser l'équilibre statique et la stabilité du navire ainsi que le déplacement de poids à bord, les carènes liquides, l'envahissement et le compartimentage

Descriptif

Etude l'équilibre statique et la stabilité du navire : stabilité aux grands angles, stabilité transversale et longitudinale ;

Analyse du déplacement de poids à bord et les carènes liquides, l'envahissement et le compartimentage.

Ces notions seront illustrées par un ou des exemples d'application issus de la réglementation internationale. Les notions acquises seront concrétisés en S5 lors du Bureau d'Etude « Boucle Navire » où un logiciel industriel sera utilisé

Organisation pédagogique : 12 h de cours, 2 h de TD sur machine et 1h de contrôle.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	100%	

Architecture du voilier I (60% anglais, 40% français)

Présentation

Ce cours vise à :

Evaluer les efforts aérodynamiques et Hydrodynamiques stationnaires sur un voilier.

Evaluer les efforts structuraux.

Dimensionner la structure composite d'un voilier en fonction des procédés de production choisis.

Evaluer la performance.

Réaliser et utiliser un programme de prédiction de performance.

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 20h

Travaux Dirigés : 10h

Pré-requis nécessaires

Mécanique générale, Résistance des matériaux, théorie des ailes, Fluide 1, Mathématiques appliquées 1, Stabilité du Navire

Compétences visées

Savoir évaluer les efforts aérodynamiques et Hydrodynamiques stationnaires sur un voilier, évaluer les efforts structuraux, dimensionner la structure composite d'un voilier en fonction des procédés de production choisis, évaluer la performance, réaliser et utiliser un programme de prédiction de performance.

Descriptif

Le cours débute sur l'analyse de l'équilibre mécanique et la détermination des efforts qui s'appliquent au voilier. L'analyse de la structure composite est abordée ensuite. En fin d'UE, l'étudiant programme et manipule un programme de prédiction de performance.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	45	100%	

Mécanique du solide

Présentation

Notions physiques essentielles à la compréhension des mécanismes de déformation des solides :

- Tenseurs des contraintes et des déformations (hypothèse de petites déformations).
- Déformation élastique.
- Contraintes principales.
- Méthode graphique du cercle de Mohr.
- Critères de déformation permanente : Tresca, Mohr-Coulomb, Von Mises et Drucker Prager.

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 15h

Travaux Dirigés : 15h

Pré-requis nécessaires

Niveau de physique et mathématiques d'une licence 3 en physique générale ou mathématiques appliquées.

Compétences visées

État de contraintes dans un solide.

Relations contraintes/déformations, dans le cadre des déformations élastiques ou permanentes.

Descriptif

Les cours magistraux sont accompagnés d'un document écrit. Les exercices sont réalisés en TD et en travail personnel, avec un corrigé fourni.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	2/3	
	CC	Ecrit - devoir maison		1/3	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	30	100%	

Oral scientifique (CTRE)

Présentation

Les séances se déroulent ainsi : 6 étudiants présentent un sujet scientifique devant la classe, à la fin le public pose des questions. S'ensuit une partie débriefing, d'abord par les étudiants entre eux qui identifient les points forts et les points à améliorer. Le professeur donne ses propres conseils après. L'évaluation porte sur la qualité de la présentation, la réponse aux questions, la capacité à en poser soi-même. La progression au cours du semestre compte pour 20% de la note finale

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 18h

Cours Magistral : 2h

Pré-requis nécessaires

aucun

Compétences visées

Apprendre l'art de raconter la science à ses pairs. Contenu, forme, attitude générale. Améliorer l'articulation entre les transparents et le discours.

Descriptif

Cours introductif présentant les attendus d'une bonne présentation. Coaching individuel à la fin de chaque présentation

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Autre nature		100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	30	100%	

Anglais

3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 11h

Cours Magistral : 11h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	CT	Ecrit - devoir surveillé	165	1/3	coeff Anglais = 1/2 UE PVP
Autres	CC	Ecrit et/ou Oral		1/3	coeff Anglais = 1/2 UE PVP
Autres	Autre modalité	Oral	15	1/3	coeff Anglais = 1/2 UE PVP

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	CT	Oral	15	1/1	coeff Anglais = 1/2 UE PVP

Formation biblio & projet individuel

Présentation

Cette UE se compose

- > d'une formation aux outils de la recherche bibliographique par le personnel de la bibliothèque universitaire
- > de présentation par des professionnels et des doctorants des débouchés possibles après le M2

2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 10h

Travaux Dirigés : 10h

Pré-requis nécessaires

aucun

Compétences visées

- > savoir retrouver un pdf sur internet
- > être sensibilisé aux problèmes de déontologie quant à l'utilisation du travail d'autrui
- > bien comprendre la distinction entre plagiat et citation.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit - rapport		100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit - rapport		100%	

Mathématiques appliquées 2

Présentation

Ce cours présente

Description des EDP

- > classification
- > théorème de Cauchy

3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 10h

Cours Magistral : 20h

Équations paraboliques, nature et forme

- > solution des EP homogènes en domaine fini
- > solution avec forçages ou CL non homogène
- > principe de superposition
- > utilisation des transformées de Fourier ou de Laplace en domaine infini

Équations hyperboliques, nature et forme

- > solution des EH du second ordre en domaine infini, notion de caractéristique
- > solution en domaine fini
- > solution des EH du premier ordre

Équations elliptiques, nature et forme

- > problèmes de Poisson et de Laplace

Pré-requis nécessaires

Connaissances en fonctions de plusieurs variables réelles, de la licence de mathématiques ou de physique

Descriptif

Classification des EDP et des méthodes ; description des solutions/ exemples en classe, exercices en devoirs maison, lien entre EDP et dynamique des fluides ou physique générale

Bibliographie

Farlow : *Partial differential equations for scientists and engineers*, Dover.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Écrit - devoir surveillé	150	2/3	
	CC	Autre nature		1/3	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	30	100%	

Modélisation numérique 2

Présentation

Ce cours présentera les outils pour l'intégration des équations aux dérivées partielles en 1D et 2D. Le cours abordera les problèmes de conditions aux limites, précision, stabilité, conservation. Ces problématiques seront présentées sur les équations suivantes

- > chaleur
- > transport
- > Burgers
- > ondes
- > système d'équations fluide : Euler incompressible et shallow water

2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Pratiques : 8h

Pré-requis nécessaires

Le cours "modélisation numérique 1" du S7: discrétisation spatiale d'un problème, intégration numérique des équations différentielles ordinaires

Compétences visées

Conforter la pratique de la programmation scientifique. Mieux comprendre les cours de physique grâce à une approche numérique de la résolution des problèmes.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	50%	
	CC	Autre nature		50%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	30	100%	

Analyse de données 2

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 10h

Travaux Pratiques : 16h

Travaux Dirigés : 20h

- > Mesures et quantité statistiques élémentaires : covariance, matrice de données (S-form), normalisation d'un jeu de donnée (1h CM + 2h TD/TP)
- > Méthodes d'interpolation : linéaire, polynôme du second degré, spline cubique (2h CM + 4h TD/TP)
- > Méthodes d'interpolation optimale (2h CM + 4h TD/TP)
- > Méthodes de « fit » basées sur les moindres carrés (2h CM + 4h TD/TP)
- > Introduction aux analyses en composantes principales (1h30 CM + 3h TD/TP)
- > Analyses Spectrales 2D (1h30 CM + 3h TD/TP)

Le module intègre aussi une sortie de terrain en mer (16h)

Pré-requis nécessaires

Algèbre linéaire (niveau L1-L2) – Programmation scientifique (L3) - Analyse de données 1 (M1)

Compétences visées

- > Appliquer les outils statistiques et mathématiques couramment rencontrés dans le traitement et l'analyse de données
- > Privilégier l'aller-retour entre la formulation mathématique d'une méthode statistique et son implémentation numérique
- > Avoir le savoir théorique et technique pour appréhender une « nouvelle » méthode présentée dans une littérature spécialisée et l'implémenter numériquement

Descriptif

L'enseignement présente des cours magistraux (30%) et des séances de travaux dirigés sur machine (70%). Pour chaque méthode, les cours magistraux mettent l'accent sur : i) le contexte scientifique de son utilisation ; ii) le cadre théorique et statistique sur laquelle elle repose ; iii) sa formulation mathématique. Les séances de travaux dirigés sur machine mettent l'accent sur : i) le passage d'une formulation mathématique à une formulation numérique sous la forme d'un algorithme ; ii) le codage sous MATLAB et/ou PYTHON ; iii) l'application à un jeu de données concret ; iv) une présentation critique des résultats avec une estimation des incertitudes et des études de sensibilité pour les paramètres d'entrée.

L'évaluation se compose de deux devoirs surveillés qui ont lieu sur machine et d'un projet à faire à la « maison ». Les devoirs surveillés ont une partie écrite (30%) et une partie pratique sous MATLAB (70%).

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	50%	
	CC	Autre nature		50%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	30	100%	

Fluides 2

Présentation

Cette UE présente la dynamique des fluides stratifiés et/ou compressibles

Ondes : cinématique, phase stationnaire, vitesse de groupe, théorie des rayons, applications aux ondes de gravité et aux ondes acoustiques

Instabilités hydrodynamiques : instabilités de cisaillement, théorème du point d'inflexion, Instabilités de Kelvin Helmholtz, Instabilités de Rayleigh-Bénard, sources d'énergie.

Systèmes dynamiques : une approche de la non-linéarité, les bifurcations et apparition du chaos.

Turbulence : Concepts de stirring et mixing, le mélange turbulent à la Taylor, l'approche statistique, le problème de la fermeture des équations de la turbulence (diffusivité turbulente), les tensions de Reynolds, les sources d'énergie de la turbulence, turbulence homogène isotrope (cascade inertielle et le spectre en $k^{-5/3}$, échelles de dissipation), turbulence au voisinage d'une paroi (couche limite visqueuse, couche logarithmique, la couche extérieure - the defect law).

5 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 10h

Cours Magistral : 25h

Travaux Dirigés : 15h

Pré-requis nécessaires

Un premier cours de mécanique des fluides, analyse vectorielle (divergence, rotationnel et théorèmes associés)

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	50%	
	CC	Autre nature		50%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	45	100%	

Introduction à l'hydrodynamique navale (25% anglais, 75% français)

Présentation

Faisant suite aux cours de base de mécanique des fluides en écoulements incompressibles, ces cours se concentrent sur les écoulements potentiels, internes ou externes, et leur résolution par des méthodes intégrales standards.

5 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 26.25h

Cours Magistral : 33.75h

Pré-requis nécessaires

Mécanique des fluides en écoulements incompressibles à grand nombre de Reynolds

Compétences visées

Comprendre, maîtriser et modéliser les écoulements potentiels, pour des applications traités aux ailes en subsonique et à la théorie de la houle.

Descriptif

Introduction aux écoulements potentiels incompressibles

Solide en mouvement dans un fluide, notion de masses et d'inerties ajoutées

Écoulements potentiels 2D, notion de singularités, principe de méthodes numériques

Généralisation aux méthodes intégrales 2D/3D et dérivation de méthodes numériques standards

Théorie des sections d'ailes en subsonique (2D), théorie linéarisée et famille de sections

Théorie des ailes en subsonique (3D), modèle de la ligne portante et applications numériques

Théorie de la houle, théorie linéarisée, aspects énergétiques, houle irrégulière, spectre de houle

Éléments de théorie non-linéaire de la houle, exemples de modèles numériques

Travaux pratiques numériques :

Modélisation numérique d'un bassin à houle (2D), en théories linéaire et non-linéaires

Modélisation de l'écoulement autour de deux sections de voiles en interaction

Modélisation non-linéarisée de l'écoulement autour d'une section d'aile épaisse et applications à l'analyse de différentes sections NACA, comparaison à d'autres méthodes numériques (couplage potentiel / couche limite, méthode RANSE)

Bibliographie

Newman, J. N. (1977). *Marine hydrodynamics*. MIT press.

Abbott, I. H., & Von Doenhoff, A. E. (1959). *Theory of wing sections, including a summary of airfoil data*. Courier Corporation.

Katz, J., & Plotkin, A. (2001). *Low-speed aerodynamics* (Vol. 13). Cambridge University Press.

Projet 2

Présentation

Le projet de recherche est une activité personnelle encadrée par un enseignant de la formation membre d'un laboratoire auquel elle est adossée. Il consiste en l'étude analytique, expérimentale ou numérique d'une problématique originale, mais limitée en ampleur, de l'Hydrodynamique Navale.

4 crédits ECTS

Volume horaire

Stages : 4h

Pré-requis nécessaires

Stabilité du navire, conception de voilier I, Introduction à l'hydrodynamique Navale.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - rapport		100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - rapport		100%	

Langues

0 crédits ECTS

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Connaissance du monde du travail

0 crédits ECTS

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Connaissances et techniques de recherches d'emploi

0 crédits ECTS

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Turbulence (français)

Présentation

Cours prérequis au projet de recherche et au stage S9, en particulier pour les sujets à dominante CFD Navier-Stokes.

L'approche sur les modèles de turbulence RANSE et LES se veut pragmatique, dans l'objectif d'une exploitation professionnelle future critique et non-naïve des outils de CFD Navier-Stokes.

L'approche des écoulements turbulents minces cisailés, illustrée et soutenue par la présentation de nombreux résultats expérimentaux, ouvre sur les techniques expérimentales dans le domaine

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 35h

Pré-requis nécessaires

Mécanique des fluides en écoulements incompressibles à grand nombre de Reynolds

Compétences visées

Connaissance de la turbulence hydrodynamique pour le projet de recherche et le stage S9, en particulier pour les sujets à dominante CFD Navier-Stokes.

competences en modelisation de la turbulence hydrodynamique (modeles RANSE et LES).

Descriptif

1ère partie (15 h CM)

Instabilités hydrodynamiques par l'exemple et scénarios de principe de la transition à la turbulence

(analyse physique et dimensionnelle d'un problème exemple, analyse linéaire de stabilité, analyse faiblement non linéaire au seuil, modèle non linéaire tronqué, expériences numériques).

Description qualitative de la turbulence homogène isotrope (cascade énergétique et spectre de turbulence, analyse dimensionnelle et échelles caractéristiques, limites pour la modélisation).

Méthodes RANSE (décomposition et équations de Reynolds, problème de la fermeture, modèles linéaires isotropes à deux équations, modèles standards, limites).

Méthodes LES (filtrage et hypothèses, décomposition et principe, modèle à similarité d'échelle de type Bardina, modèle à viscosité équivalente de type Smagorinsky, modèle dynamique de type Germano-Lilly, modèles mixtes, limites).

Quelques éléments sur les méthodes mixtes RANSE-LES.

2nde partie (20h CM)

Implications pour la mesure de l'approche statistique.

Approches locales et intégrales des écoulements turbulents cisailés de parois (couche limite turbulente) et des écoulements turbulents cisailés libres (jet et sillage turbulents).

Exemples d'applications navales pratiques

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Résistance, propulsion (75% anglais, 25% français)

Présentation

L'objectif de cette UE est d'acquérir une connaissance pratique des différentes méthodes pour calculer la résistance à l'avancement d'une carène en eau calme, ainsi que pour calculer les efforts sur le propulseur.

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Dirigés : 8h

Pré-requis nécessaires

Introduction à l'Hydrodynamique Navale, couche limite et turbulence, Onde de gravité, méthode des singularités, écoulement potentiel. Fluide I, Fluide II

Compétences visées

connaissance pratique des différentes méthodes pour calculer la résistance à l'avancement d'une carène en eau calme, ainsi que pour calculer les efforts sur le propulseur.

Descriptif

Méthodes statistiques. Principes physiques, dièdre de Kelvin. Méthode d'extrapolation des essais au réel. Principe de Froude. Méthode de Prohaska. ITTC 78. Méthode de calcul numériques. Méthode des singularités, singularités de Rankine, de Kelvin, méthode de Dawson. RANSE.

Pour la partie propulsion, les conventions adoptées par la communauté internationale sont présentées (KT, KQ, rendement, nombre d'avance, géométrie). Le dimensionnement à l'aide de série systématique (B-series, Kaplan) est illustré à l'aide d'exercices

L'enseignement s'effectue pour une partie importante en cours magistral avec une application de la méthode ITTC 78 pour l'extrapolation de mesures expérimentales. Des applications avec l'utilisation de codes numériques industriels spécialisés sont réalisés dans l'UE Méthodes numériques avancées.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Manoeuvrabilité, tenue de la mer (50% anglais, 50% français)

Présentation

L'objectif de cette UE est d'acquérir une vue d'ensemble des techniques statistiques, expérimentales et les méthodes de calcul numériques à sa disposition aujourd'hui pour aborder les problèmes de manoeuvrabilité et de tenue à la mer aussi bien dans un cadre industriel ou de recherche.

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 6h

Pré-requis nécessaires

Introduction à l'Hydrodynamique Navale, couche limite et turbulence, Onde de gravité, Houle, scatter diagram, méthode des singularités, écoulement potentiel. Fluide I, Fluide II

Compétences visées

connaissance des techniques statistiques, expérimentales et des méthodes de calcul numériques pour les problèmes de manoeuvrabilité et de tenue à la mer, dans un cadre industriel ou de recherche.

Descriptif

Méthodes statistiques. Principes physiques. Résolution des équations du mouvement, modélisation des efforts hydrodynamiques en série de Taylor. Modèle paramétrique de Clarke. Le cours aborde les différentes méthodes numériques (singularités, Ligne portante, surface portante, volume, RANSE) et expérimentales (essais en bassin et au réel). Le cas du dimensionnement du safran est traité en détail, avec prise en compte des différents phénomènes physiques en jeu (portance, traînée, tube hélice, fraction de sillage, coefficient de déduction de poussée, rendement de carène)

Rappel sur l'environnement (Modélisation de la houle, houle élémentaire (régulière), principe de superposition, propriétés statistiques, Modélisation du vent, Modélisation du courant).

Les problèmes posés (Navires conventionnels, Structures offshore, Autres concepts: EMR)

Tenue à la mer au point fixe(Equations en théorie potentielle ; Linéarisation du problème aux limites ; Superposition de problèmes ; Equations du mouvement ; Résolution numérique et codes industriels)

L'enseignement s'effectue pour une partie importante en cours. Des applications avec l'utilisation de codes numériques industriels spécialisés sont réalisées en tenue à la mer dans le cadre d'une boucle de conception d'un navire et dans l'UE Méthodes numériques avancées

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Méthodes numériques avancées (60% anglais, 40% français)

Présentation

L'objectif de cette UE d'approfondissement est de familiariser l'étudiant avec le monde de la recherche en hydrodynamique navale. En se plaçant ainsi à la pointe des développements techniques, l'étudiant doit se trouver mieux préparé à une industrie en constante évolution.

4 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 20h

Pré-requis nécessaires

Stabilité du navire et architecture navale, Hydrodynamique navale, Résistance et propulsion, Tenue à la mer et manœuvrabilité

Compétences visées

familiarisation de l'étudiant avec le monde de la recherche en hydrodynamique navale, à la pointe des développements techniques.

Descriptif

Méthode SPH, Simulateur de manœuvrabilité paramétrique (Clarke), Résistance à l'avancement par une méthode de singularité de Rankine, Méthode de raffinement automatique en CFD à surface libre, applications aérodynamiques et hydrodynamiques au cas du voilier, Ligne portante, Tunnel aérodynamiques, programme de prédiction de vitesse, optimisation de carènes.

L'enseignement se fait sous forme de conférences, de travaux dirigés ou de travaux pratiques sur ordinateur à partir de cas industriels ou de recherche actuels.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Methodes expérimentales

Présentation

L'objectif de l'UE d'approfondissement est de familiariser l'étudiant avec le monde de la recherche dans le domaine.

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 24h

Cours Magistral : 4h

Pré-requis nécessaires

Stabilité du navire et architecture navale, Hydrodynamique navale, Résistance et propulsion, Tenue à la mer et manœuvrabilité

Compétences visées

En se plaçant ainsi à la pointe des développements techniques, l'étudiant doit se trouver mieux préparé à une industrie en constante évolution.

Descriptif

Tossage, essais en roulis au point fixe, essai d'hélice en eau libre, visite des moyens d'essais DGA/technique hydrodynamique.

TP sur moyen d'essais en centre de recherche (IRDL et DGA/TH)

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Analyse bibliographique

2 crédits ECTS

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Architecture des voiliers 2 (50% anglais, 50% français)

Présentation

Ce cours vise à réaliser une boucle de conception d'un voilier en utilisant les outils et les méthodes de l'état de l'art, à acquérir la connaissance des méthodes numériques de pointe dans le domaine, que ce soit pour le calcul d'écoulements ou le dimensionnement de la structure et le choix des matériaux.

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 30h

Travaux Dirigés : 30h

Pré-requis nécessaires

Stabilité du Navire, Architecture du voilier I, mécanique du solide, Introduction à l'Hydrodynamique Navale, Résistance et propulsion, Tenue à la mer et manœuvrabilité

Compétences visées

connaissance des méthodes numériques de pointe dans le domaine, que ce soit pour le calcul d'écoulements ou le dimensionnement de la structure et le choix des matériaux.

Descriptif

L'UE se scinde en deux parties. D'une part un cycle de conférences, qui réunit les meilleurs spécialistes du domaine en provenance principalement du monde industriel, mais également du monde académique. Et d'autre part des activités pratiques, dont la première consiste en la modélisation d'une voile dans un code élément fini (ABAQUS). La seconde application concerne la réalisation d'un avant-projet de 30 heures encadrés par des architectes navals professionnels.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Projet de recherche

Présentation

Le projet de recherche est une activité personnelle encadrée par un enseignant de la formation membre d'un laboratoire auquel elle est adossé . Il consiste en l'étude analytique, expérimentale ou numérique d'une problématique originale, mais limitée en ampleur, de l'hydrodynamique Navale.

10 crédits ECTS

Pré-requis nécessaires

Stabilité du navire, conception de voilier I et II, Résistance et propulsion, Tenue à la mer et manœuvrabilité, Méthodes numériques avancées, Méthodes expérimentales, turbulence.

Compétences visées

Autonomie, Analyse, synthèse des connaissances acquises, restitution du travail réalisé sous forme de rapport et d'une présentation orale.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Stage (de mars à septembre)

Présentation

Le stage de recherches du M2 PM HN s'effectue dans un laboratoire ou un centre de recherche public ou privé, en France ou à l'étranger. Il consiste en l'étude analytique, expérimentale ou numérique d'une problématique originale, mais limitée en ampleur, de l'hydrodynamique Navale

20 crédits ECTS

Pré-requis nécessaires

semestre 9 Master mention Physique Marine parcours Hydrodynamique navale

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			UE dispensée par l'ENSTA Bretagne