

UE 300

<b>Unité d'enseignement</b>	
Libellé de l'UE	UE 300
Responsable de l'UE	Vincent BERTHOME
Crédits ECTS	Crédit ECTS : 22
Type de cours	
Eléments constitutifs de l'UE (acronyme + libellé cours)	GeMar3_ENT : Travail en entreprise GeMar3_PFE : Projet de fin d'études

**Nombre d'ECUE constituant l'EU : 2** \*1 tableau par ECUE, à dupliquer autant que d'ECUE

<b>Élément constitutif d'une UE</b>	
Libellé de l'ECUE	Travail en entreprise
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_ENT
Responsable de l'ECUE	Vincent BERTHOME
Durée	Nb heures :0
	CM : 0      TD : 0      TP : 0      Projet : 0      DS : 0
Langue	Français
Pré requis	
Compétences du référentiel évalué	Forme à : C1.1, C1.2, C1.3, C1.4, C1.5, C1.6, C2.1, C2.2, C2.3, C2.4 Forme à et évaluée : C3.1, C3.2, C3.3, C3.4, C4.1, C4.2, C4.3, C4.4
ODD (Objectifs du Développement Durable)	1 ; 7 ; 9 ; 12 ; 13 ; 14 ; 15
Objectifs	Formation par apprentissage
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	Alternance d'environ 4 à 5 semaines
Méthodes et/ou outils pédagogiques	
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	Evaluation individuelle (EV1)
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	
Bibliographie / Webographie	
Mots clés	

UE 300

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Projet de fin d'étude				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_PFE				
Responsable de l'ECUE	Sylvie BABIN				
Durée	Nb heures :6				
	CM : 6	TD : 0	TP : 0	Projet : 0	DS : 0
Langue	Français				
Pré requis					
Compétences du référentiel évalué	Forme à : C1.1, C1.2, C1.3, C1.4, C1.5, C1.6, C2.1, C2.2, C2.3, C2.4 Forme à et évalué : C3.1, C3.2, C3.3, C3.4, C4.1, C4.2, C4.3, C4.4				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	1 ; 7 ; 9 ; 12 ; 13 ; 14 ; 15				
Objectifs	Mission PFE confié à l'apprenti qui doit traiter 4 angles : - technique et scientifique - travail humain - organisationnel - économique.				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	Mission en entreprise Rapport Soutenance				
Méthodes et/ou outils pédagogiques					
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	Evaluation individuelle (EV1)				
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Sylvie BABIN				
Bibliographie / Webographie					
Mots clés					

UE 301

Unité d'enseignement	
Libellé de l'UE	UE 301
Responsable de l'UE	Fabien THOMAS
Crédits ECTS	Crédit ECTS : 4
Type de cours	
Eléments constitutifs de l'UE (acronyme + libellé cours)	GeMar3_SSAT : Sciences sociales appliquées au travail

Nombre d'ECUE constituant l'EU : 1 \*1 tableau par ECUE, à dupliquer autant que d'ECUE

Élément constitutif d'une UE	
Libellé de l'ECUE	Sciences sociales appliquées au travail
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_SSAT
Responsable de l'ECUE	Fabien THOMAS
Durée	Nb heures :56
	CM : nb H    TD : nb H    TP : 56    Projet : nb H.    DS : nb H.
Langue	Français
Pré requis	
Compétences du référentiel évalué	Forma à : C2.1, C2.2, C2.3, C2.4
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD4 Education e qualité ODD7 Energie propre et d'un coût abordable ODD13 Lutte contre les changements climatiques
Objectifs	L'enseignement de sciences sociales appliquées au travail a pour objectifs : <ul style="list-style-type: none"> <li>o acquérir une démarche rationnelle de questionnement dans le cadre d'une pratique liée au travail humain</li> <li>o acquérir une méthodologie de recueil de données adaptée à ce questionnement</li> <li>o s'approprier les savoirs relatifs à une pratique liée au travail humain</li> <li>o faire se rejoindre "pratiques" et "théories" à partir de l'expérience professionnelle des élèves ingénieurs en apprentissage (en liaison avec les séances d'analyse de la pratique)</li> <li>o transformer ces savoirs en savoirs-faire professionnels</li> </ul> A cette fin, le module SSAT comporte : <ul style="list-style-type: none"> <li>o des interventions liées à divers domaines du travail humain</li> <li>o une recherche menée pendant trois ans, à partir d'une situation professionnelle issue de l'entreprise d'accueil de l'apprenti (concrétisée par la rédaction d'un mémoire)</li> <li>o un suivi individualisé avec un intervenant du module SSAT (dans le questionnement, la structuration de la recherche, et la correction des livrables et du mémoire).</li> </ul> L'enseignement dispensé s'appuie sur une pédagogie de l'alternance, spécifique à l'apprentissage. Dans cette pédagogie, les élèves ingénieurs en apprentissage doivent porter leur attention à des situations réelles, issues de leur vie en entreprise. Pour

UE 301

	<p>autant, ils ne doivent ni faire la promotion, ni dénigrer cette dernière, ni non plus faire étalage de leurs opinions ou sentiments personnels. Méthode rigoureuse, prise de recul, dossier de recherche, culture économique, sociale, juridique sont exigées.</p>
<p>Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)</p>	<p>Pratique de l'écrit A3            Management interculturel            Mener un entretien  <b>Systeme d'Information (SI) et travail</b>            Vision macro-économique            Bientraitance et travail            Soutenir un projet            Soutenances de micro-mémoire en Sciences Sociales Appliquées au Travail</p>
<p>Méthodes et/ou outils pédagogiques</p>	
<p><b>Modalités d'évaluation</b>            (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)</p>	
<p>Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)</p>	<p><b>Fabien THOMAS</b></p>
<p>Bibliographie / Webographie</p>	
<p>Mots clés</p>	

UE 302

<b>Unité d'enseignement</b>	
Libellé de l'UE	UE 302
Responsable de l'UE	Guillaume BOURGEOIS
Crédits ECTS	Crédit ECTS : 3
Type de cours	
Elements constitutifs de l'UE (acronyme + libellé cours)	GeMar3_DTRAV : Droit du travail et gestion du personnel GeMar3_ITEC: Innovation technologique

Nombre d'ECUE constituant l'EU : 2 \*1 tableau par ECUE, à dupliquer autant que d'ECUE

<b>Élément constitutif d'une UE</b>	
Libellé de l'ECUE	Droit du travail et gestion du personnel
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_DTRAV
Responsable de l'ECUE	Guillaume BOURGEOIS
Durée	Nb heures :32
	CM : 32      TD : nb H      TP : nb H.      Projet : nb H.      DS : nb H.
Langue	Français
Pré requis	
Compétences du référentiel évalué	Forme à : C2.1, C2.3, C2.4, C3.1
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD4 Education de qualité ODD7 Energie propre et d'un coût abordable ODD13 Lutte contre les changements climatiques
Objectifs	Ce cours doit leur permettre de maîtriser les principaux sujets RH auxquels ils seront confrontés en tant qu'ingénieurs (notamment contrat de travail, intérim, congés payés, les représentants du personnel, la discipline...) mais également de sensibiliser les apprentis au cadre juridique dans lequel ils évoluent dans le monde du travail : quelles sont les normes ? Comment et avec qui sont-elles définies ? Où aller chercher l'information juridique ? etc.
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	I Les relations collectives de travail a- Les différents acteurs en entreprise (l'employeur, le comité social et économique (CSE), le délégué syndical...) b- Les sources du droit II Les relations individuelles de travail a- Le contrat de travail à durée indéterminée b- Le contrat à durée déterminée c- L'intérim d- La sous-traitance e- Les congés payés f- L'exercice du pouvoir disciplinaire
Méthodes et/ou outils	

UE 302

pédagogiques	
<b>Modalités d'évaluation</b> (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	<b>EVI 1</b>
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	<b>Guillaume BOURGEOIS</b>
Bibliographie / Webographie	Code du travail et Code de la sécurité sociale principalement, liaisons sociales, éditions législatives, le droit des comités sociaux et économiques et des comités de groupe (Maurice Cohen, Laurent Milet)
Mots clés	

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	<b>Innovation technologique</b>				
Acronyme de l'ECUE	<b>GeMar3_ITEC</b>				
Responsable de l'ECUE	<b>Guy CAVEROT</b>				
Durée	<b>Nb heures :20</b>				
	<b>CM : 10</b>	<b>TD : 10</b>	<b>TP : nb H.</b>	<b>Projet : nb H.</b>	<b>DS : nb H.</b>
Langue	<b>Français</b>				
Pré requis					
Compétences du référentiel évalué	<b>Forme à : C1.4, C2.3</b>				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	<b>ODD4 Education de qualité ODD7 Energie propre et d'un coût abordable ODD13 Lutte contre les changements climatiques</b>				
Objectifs	Apporter des connaissances et savoir-faire dans le domaine de l'innovation afin de permettre aux étudiants d'élaborer des projets collaboratifs d'innovation aux frontières de l'industrie et de la recherche.				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apport de connaissances théoriques en sciences de gestion sur le thème de l'open innovation, des capacités dynamiques des entreprises et organisations et sur les rôles des agents relationnels de l'innovation.</li> <li>- Description d'une vingtaine de projets d'innovation dans différents domaines (industrie, logistique, santé, robotique, art, portuaire, industrie navale, mathématiques...) en identifiant les déterminants au développement de produits.</li> <li>- Travaux dirigés par groupe de 4 étudiants pour construire et présenter un projet d'innovation</li> </ul>				
Méthodes et/ou outils pédagogiques					
<b>Modalités d'évaluation</b> (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	<b>EVI 1</b>				

## UE 302

Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	<b>Guy CAVEROT</b>
Bibliographie / Webographie	Chesbrough - open innovation Thomas Allen - technological gatekeeper Guy Caverot - applied open innovation project
Mots clés	

UE 303

Unité d'enseignement	
Libellé de l'UE	UE 303
Responsable de l'UE	Antoine Ducoin
Crédits ECTS	Crédit ECTS : 14
Type de cours	
Elements constitutifs de l'UE (acronyme + libellé cours)	GeMar3_ECANEX : Environnement marin et chargements : analyse d'extrêmes GeMar3_WSINT : Interaction houle-structure GeMar3_APPEX : Approches expérimentales GeMar3_FONSURF : Liaisons fond-surface GeMar3_CFDHYDRO: CFD : hydrodynamique à surface libre GeMar3_INTFS : Interaction Fluide-Structure

Nombre d'ECUE constituant l'EU : 6 \*1 tableau par ECUE, à dupliquer autant que d'ECUE

Élément constitutif d'une UE	
Libellé de l'ECUE	Environnement marin et chargements : analyse d'extrêmes
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_ECANEX
Responsable de l'ECUE	Guillaume Ducrozet
Durée	Nb heures :15
	CM : 6      TD : 4      TP : 4      Projet : nb H.      DS : 1
Langue	Français
Pré requis	UE 103 ; UE 104 ; UE 203 ; UE 304
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C 1.1 ; C1.2, C1.3, C1.5, C4.1, C4.2
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluer la réponse d'une structure marine dans un état de mer irrégulier</li> <li>• Mettre en place une méthodologie pour le calcul d'extrêmes</li> </ul>
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	Ce cours permettra de mettre en application les méthodes vues dans le cours Interaction houle-structure, dans le cas d'un état de mer irrégulier. La notion de réponse extrême sera ensuite abordée, comme élément essentiel pour le design des structures marines. Le cours sera organisé comme suit : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réponse en houle irrégulière : petits corps et grands corps</li> <li>• Statistiques et Réponses extrêmes</li> </ul>
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Combinaison de cours théoriques (4h CM), d'exercices en salle (2h TD) et d'application pratique sur ordinateur des concepts vus en cours (4h TP).
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	1 EVC correspondant au CR de TP 1 EVI : devoir écrit individuel en format QCM

## UE 303

Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Guillaume Ducrozet ; Félicien Bonnefoy ; etc.
Bibliographie / Webographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robert G. Dean &amp; Robert A. Dalrymple ; <i>Water wave mechanics for engineers and scientists</i> ; Advanced Series on Ocean Engineering (vol.2)</li> <li>• A.J. Hermans ; <i>Water waves and ship hydrodynamics : an introduction</i></li> <li>• Y. Goda ; <i>Random Seas and Design of Maritime Structures</i> ; Advanced Series on Ocean Engineering : Volume 33</li> <li>• S. Massel ; <i>Ocean Surface Waves: Their Physics and Prediction</i> ; Advanced Series on Ocean Engineering : Volume 11</li> </ul>
Mots clés	Vagues ; Etat de mer ; Evènements extrêmes ; Réponses extrêmes

**Elément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Interaction houle-structure				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_WSINT				
Responsable de l'ECUE	Vincent Leroy				
Durée	Nb heures :56				
	CM : 20	TD : 8	TP : 12	Projet : 0	DS : 2
Langue	Français				
Pré requis	UE104 et UE204				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C 1.1 ; C1.2, C1.3, C1.5, C4.1, C4.2				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	Ce cours vise à comprendre et maîtriser : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les phénomènes physiques dominant les interactions entre la houle et les structures en mer ;</li> <li>• Les modèles théoriques disponibles pour les décrire ;</li> <li>• Les méthodes numériques utilisées pour résoudre ces problèmes.</li> </ul>				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Objectifs, cadre théorique</li> <li>2. Rappel de la théorie des systèmes linéaires</li> <li>3. Formulation du problème au limite</li> <li>4. Approche fréquentielle Définition des problèmes élémentaires de diffraction et de radiation Efforts hydrodynamiques : masse ajoutée et amortissement Calcul des réponses Relations entre les solutions élémentaires</li> <li>5. Approche temporelle Mouvement forcé d'un corps flottant Formulation du problème de diffraction dans le domaine temporel Equation du mouvement Relations avec les réponses fréquentielles</li> <li>6. Effets non-linéaires Forces de dérives Efforts basses et hautes fréquences en houle irrégulière</li> </ol>				

## UE 303

	7. Autres outils théoriques et numériques disponibles 8. Caractérisation des flotteurs de systèmes d'EREM 9. Dynamiques multi-corps et interactions avec la houle
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Alternances de CM, TD et TP. Applications sur table (TD) de problèmes analytiques. Applications sur outils informatiques (TP) sur des problèmes numériques et réalistes
<b>Modalités d'évaluation</b> (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	1 EVI (DS) 1 EVC (compte-rendu de projet)
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Vincent Leroy, Félicien Bonnefoy
Bibliographie / Webographie	B. Molin (2002). Hydrodynamique des structures offshores. <i>Editions TECHNIP</i> . J.N. Newman (1977) Marine Hydrodynamics. <i>MIT Press</i> . O.M. Faltinsen (1990) Sea Loads on Ships and Offshore Structures. <i>Cambridge University Press</i> .
Mots clés	Tenue à la mer, hydrodynamique, houle-structure, flottant

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Approches expérimentales				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_APPEX				
Responsable de l'ECUE	Félicien Bonnefoy				
Durée	Nb heures :30				
	CM : 10	TD : 4	TP : 16	Projet : 0	DS : 0
Langue	Français				
Pré requis	UE103 ; UE104 ; UE203 ; UE204 ; UE303				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C 1.1 ; C1.2, C1.3, C1.5, C4.1				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	Les objectifs du cours sont tout d'abord de présenter un état de l'art des techniques expérimentales utilisées en hydrodynamique navale et offshore, en présentant notamment les essais en bassin de houle et bassin de traction disponibles à l'ECN. On aborde les notions de tenue à la mer, d'efforts de traînée et portance, de génération de houle, de courant et de vent, d'essais couplés vent et vague				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	Les différents aspects du cours sont illustrés par des exercices dirigés sur feuille (traitement du signal spécifique à la houle, comportement du flotteur comme système mécanique à 6 modes propres) et des travaux pratiques illustrant les méthodes expérimentales mises en œuvre pour le génie océanique (semaine dans les installations expérimentales du LHEEA). En TD, les bases de traitement du signal nécessaires à l'analyse des données expérimentales sont rappelées et mises en œuvre sur machine (Python). En TP, 4 séances sont proposées parmi les				

UE 303

	<p>sujets : - tenue à la mer d'une éolienne flottante - la résistance à l'avancement en bassin de traction - la stabilité d'un navire - essais en eau libre de la propulsion d'une hélice. A noter que le budget restreint met hors de portée des étudiants, suite à une restriction de budget - la tenue à la mer en profondeur finie sur une structure posée au fond (petit bassin de houle)</p>
Méthodes et/ou outils pédagogiques	<p>Combinaison de cours théoriques (10h CM), d'exercices en salle (4h TD) et d'application pratique en bassin des concepts vus en cours (16h TP).</p>
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	<p>1 EVC correspondant au CR de TP 1 EVI : devoir écrit individuel en format QCM</p>
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	<p>Félicien Bonnefoy, Vincent Leroy, Lionel Gentaz, etc.</p>
Bibliographie / Webographie	<p>B. Molin, 2002, Hydrodynamique des structures offshore, Editions Technip S.A. Hughes, 1995, Physical models and laboratory techniques in coastal engineering, Advanced series on ocean engineering, Vol. 7 N. Newman, Marine Hydrodynamics O.M. Faltinsen, Sea loads on ships and offshore structures V. Bertram, Practical Hydrodynamics S. Chakrabarti, Offshore structure modelling</p>
Mots clés	<p>Essais en bassin, tenue à la mer, essais couplés vent et vague</p>

UE 303

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Liaisons fond-surface				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_FONSURF				
Responsable de l'ECUE	Vincent LEROY				
Durée	Nb heures :38				
	CM : 6	TD : 0	TP : 6	Projet : 0	DS : 2
Langue	Français				
Pré requis	UE104 ; UE204 ; EREM3_WSINT				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C 1.1 ; C1.2, C1.3, C4.1, C4.2				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	Les liaisons fond-surface couramment utilisés dans les EREM (ancrages et ombilicaux) sont étudiées dans ce cours. Les principales caractéristiques des ancrages utilisés dans l'ingénierie marine et offshore sont présentées, ainsi que les méthodologies de design. Les ombilicaux couramment utilisés (câbles dynamiques) et les points de fragilités de ces liaisons particulières sont présentés. Des méthodes de calculs utilisées pour s'assurer de leur résistance en mer sont aussi étudiées. La partie pratique consiste à prendre en main un logiciel de calcul d'ancrages utilisé dans l'industrie.				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction : problématiques de l'ancrage pour les structures offshore</li> <li>2. Typologies d'ancrages de structures flottantes</li> <li>3. Eléments constitutifs des ancrages</li> <li>4. Normes et standards</li> <li>5. Méthodes de calculs</li> <li>6. Ombilicaux</li> </ol> Des conférences feront aussi intervenir des entreprises de l'offshore.				
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Cours magistraux. Conférences d'entreprises du secteur. Travaux dirigés sur des cas simplifiés. Travaux pratiques sur logiciel commercial utilisé dans l'industrie (Orcaflex). Projet de dimensionnement d'un ancrage pour un système flottant (éolienne flottante ou système récupérateur d'énergie des vagues).				
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...) A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	1 EVI (DS de 2h) 1 EVC (Compte-rendu de projet)				
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Intervenants extérieurs à l'ECN (Principia)				
Bibliographie / Webographie	Chakrabarti, S. (2005). Handbook of Offshore Engineering (2-volume set). <i>Elsevier</i> . DNV 2021). DNV-OS-E301 Position mooring. <i>Offshore Standards</i> .				
Mots clés	Ancrage, flottant, hydrodynamique				

UE 303

UE 303

Élément constitutif d'une UE	
Libellé de l'ECUE	CFD : hydrodynamique à surface libre
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_CFDHYDRO
Responsable de l'ECUE	Alban Leroyer
Durée	Nb heures : 25
	CM : 8      TD : 4      TP : 8      Projet : 4      DS : 1
Langue	Français
Pré requis	UE103 ; UE104 ; UE204
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.2, C1.3, C1.5 , C4.1
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appréhender les possibilités, les atouts et les limites de la simulation numérique en mécanique des fluides (CFD) et en particulier en hydrodynamique à surface libre, la puissance de calcul des machines, les compétences et moyens requis, les écueils à éviter, ...</li> <li>• Maîtriser les différentes catégories d'erreur (discrétisation, modélisation, itération, ...)</li> <li>• Pouvoir dialoguer avec les ingénieurs calculs, ingénieurs R&amp;D, ...</li> <li>• Appréhender les spécificités des calculs CFD en hydrodynamique à surface libre</li> <li>• Se confronter aux moyens à mettre en œuvre pour traiter des configurations 3D réalistes (utilisation d'une machine de calcul haute performance (HPC), ressources, temps de calcul, ...)</li> </ul>
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution de la modélisation et simulation numérique dans l'histoire des sciences et de l'informatique, positionnement actuel dans la méthodologie générale de conception de produits,</li> <li>• Mise en évidence de la nécessité de modèles physiques pour des problèmes multi-échelles,</li> <li>• Physique des écoulements turbulents et modélisation numérique : analyse phénoménologique, échelles de turbulences, moyenne de Reynolds, problème de fermeture, hypothèse de Boussinesq, modèles classiques à 2 équations, traitement des parois, modèles hybrides</li> <li>• Autres modèles physiques pour résoudre des écoulements réels en hydrodynamique : surface libre, houle, cavitation, ventilation, ...</li> <li>• Processus global de simulation: méthodes d'estimation et maîtrise de l'erreur par série de maillages, vérification et validation</li> <li>• Automatisation des simulations : scriptage, estimation d'erreur par raffinement de maillage adaptatif</li> </ul>
Méthodes et/ou outils pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternance de séquences de cours et de travaux pratiques sur machines pour mettre en œuvre les notions vues en CM, prendre contact avec l'utilisation d'un code CFD et se confronter aux problématiques abordées.</li> <li>• Utilisation d'une machine de calcul distante pour traiter des cas 3D réalistes.</li> </ul>
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une évaluation individuelle (EVI, coefficient 1/3) d'une heure sous forme de petites questions et/ou de QCM,</li> </ul>

UE 303

<p>test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La rédaction d'un compte-rendu de TP sur un cas simple 2D de validation avec un code CFD permettant d'appréhender sur un cas concret les erreurs de discrétisation et d'itération (EVC, coefficient 2/3)</li> <li>• La rédaction d'un rapport sur un projet de CFD sur une configuration classiques en hydrodynamique à surface libre (EVC, coefficient 2/3)</li> </ul>
<p>Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)</p>	<p>Alban Leroyer, Zhe Li, Lionel Gentaz ...</p>
<p>Bibliographie / Webographie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moukalled F. and Mangani L. and Darwish M., The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics, Springer Verlag, 2016</li> <li>• Peric and J. Ferziger., Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer Verlag, 2002C.</li> <li>• Hirsch, Numerical Computation of Internal and External Flows (Second Edition), Elsevier, 2007</li> <li>• Peyret R., Handbook of Computational Fluid Mechanics, Academic Press, 1996.</li> <li>• Marnet-CFD Best Practice Guidelines for Marine Applications of CFD: <a href="https://pronet.wsatkins.co.uk/marnet/guidelines/guide.html">https://pronet.wsatkins.co.uk/marnet/guidelines/guide.html</a></li> <li>• Wilcox D.C, Turbulence Modelling for CFD, DCW Industries, 2002</li> <li>• Davidson L. An Introduction to TurbulenceModels, <a href="http://www.tfd.chalmers.se/~lada">http://www.tfd.chalmers.se/~lada</a></li> </ul>
<p>Mots clés</p>	<p>CFD, modélisation, simulation, méthodes numériques</p>

UE 303

Élément constitutif d'une UE					
Libellé de l'ECUE	Interaction Fluide-Structure				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_INTFS				
Responsable de l'ECUE	Antoine DUCOIN				
Durée	Nb heures : 25				
	CM : 10	TD : 4	TP : 6	Projet : 4	DS : 1
Langue	Français				
Pré requis	UE103 ; UE104 ; UE203 (écoulements turbulents) ; UE204				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C 1.1 ; C1.2, C1.3, C1.5, C4.1, C4.2				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appréhender les différents phénomènes d'interaction fluide-structure et leur conséquences potentielles avec un focus sur les applications marines</li> <li>• Savoir analyser un système potentiellement soumis à des phénomènes d'IFS, et sélectionner le niveau de modélisation adéquat</li> <li>• Connaître la variété des approches numériques (fréquentielles, temporelles, ...), leurs limitations et leur problématiques associées</li> </ul>				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présentation des différents types d'interaction fluide-structure : aspect phénoménologique, terminologie (résonance, accrochage, flottement, galop, ballotement, divergence, ...), classification, analyse dimensionnelle</li> <li>• Etudes de quelques phénomènes simples via des modèles analytiques ou quasi-analytiques</li> <li>• Méthodes numériques pour l'IFS (analyse du problème, type de modélisation, algorithme de couplage, formulation ALE, gestion des maillages, ...)</li> <li>• Mise en œuvre d'un couplage temporel en IFS avec un code CFD pour des applications en hydrodynamique (interaction écoulement/corps rigide, instabilité numérique liée à la masse ajoutée, méthodes de stabilisation, généralisation aux structures flexibles)</li> </ul>				
Méthodes et/ou outils pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternance de séquences de cours de travaux dirigés et de travaux pratiques sur machines pour mettre en œuvre les notions vues en CM et se confronter aux problématiques abordées.</li> <li>• Utilisation d'une machine de calcul distante pour traiter des cas 3D réalistes.</li> </ul>				
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une évaluation individuelle (EVI, coefficient 1/3) d'une heure sous forme de petites questions et/ou de QCM,</li> <li>• Un projet mettant en œuvre une modélisation numérique sur un système soumis à un phénomène d'interaction fluide-structure (EVC, coefficient 2/3)</li> </ul>				
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Alban Leroyer, Antoine Ducoin, ...				
Bibliographie / Webographie	E. De Langre, Fluides et solides, Editions Ecole Polytechnique, 2001 C.A. Felippa, K.C. Park, C. Farhat "Partitioned analysis of coupled mechanical				

## UE 303

	<p>systems”, „ Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 190, 3247-3270, 2001. Korotkin, A.I., Added Masses of Ship Structures, Springer Verlag, 2008 J.F. Sigrist, C. Leblond, Interactions fluide-structure: modèles mathématiques et numériques pour le génie naval, ISTE, 2022.</p>
Mots clés	CFD, modélisation, simulation, méthodes numériques

UE 304

Unité d'enseignement	
Libellé de l'UE	UE 304
Responsable de l'UE	Vincent BERTHOME
Crédits ECTS	Crédit ECTS : 6
Type de cours	
Eléments constitutifs de l'UE (acronyme + libellé cours)	GeMar3_ESEFRE: Enjeux socio-économiques, financiers, réglementaires et environnementaux GeMar3_METHODIM : Méthodologie de dimensionnement GeMar3_MACH : Machines synchrone et asynchrone

Nombre d'ECUE constituant l'EU : 3 \*1 tableau par ECUE, à dupliquer autant que d'ECUE

Élément constitutif d'une UE	
Libellé de l'ECUE	Enjeux socio-économiques, financiers, réglementaires et environnementaux
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_ESEFRE
Responsable de l'ECUE	Vincent BERTHOME
Durée	Nb heures :10
	CM : 8      TD : 0      TP : 0      Projet : 0      DS : 2
Langue	Français
Pré requis	Aucun
Compétences du référentiel évalué	Formé à C2.3, C.4, C4.4
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD4 : Education de qualité ODD7 : Energie propre et d'un coût abordable ODD13 : Lutte contre les changements climatiques
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprendre le fonctionnement du marché de l'énergie</li> <li>Acquérir des compétences dans la scénarisation du mix électrique français</li> <li>Identifier et analyser différents modèles économiques passés, présents et futurs dans le secteur des énergies renouvelables (en environnement marin ou non), et de leurs usages</li> <li>Connaître les outils juridiques à disposition du porteur d'un projet d'installations de production d'électricité issues d'énergies renouvelables</li> <li>Maîtriser les mesures locales d'évitement, de réduction, de compensation et d'accompagnement liées à l'implantation d'un projet ENR en environnement marin</li> <li>Appréhender les impacts environnementaux et sociétaux du développement des ENR en environnement marin</li> </ul>
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Fonctionnement des marchés de l'énergie</li> <li>Modèles économiques et financements de projets</li> <li>Réglementation du secteur énergétique</li> <li>Impacts environnementaux et sociétaux des ENR</li> </ol>
Méthodes et/ou outils pédagogiques	

## UE 304

<b>Modalités d'évaluation</b> (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	Devoir écrit individuel, rendus d'exercices en séances ou en travail à la maison, Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5) Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Intervenants extérieurs à l'ECN
Bibliographie / Webographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JP Hansen, J Percebois, Energie : Economie et politiques, 2010, Ed. De Boeck</li> <li>• S Méritet, JB Vaujour, Economie de l'énergie, 2015, Ed. Dunod.</li> <li>• DR. Biggar, MR Hesamzadeh, The Economics of Electricity Markets, 2014, Wiley IEEE.</li> <li>• Lepercq, T. (2019), Hydrogène le nouveau pétrole, Ed. Le Cherche-Midi</li> <li>• Grandidier J.Y., Luneau, Y. (2017), Le vent nous portera</li> <li>• Alexander Osterwalder et Yves Pigneur (2010),</li> <li>• Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers</li> <li>• 100 % d'énergies renouvelables d'ici 2050, rapport WWF-Ecofys (2011)</li> <li>• Livre blanc des energies renouvelables par le syndicat de Energies Renouvelables  <a href="https://www.energies-renouvelablesfr.com/attachment/359715/">https://www.energies-renouvelablesfr.com/attachment/359715/</a> </li> </ul>
Mots clés	Réglementation, économie, coût de l'énergie, environnement, finance

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Méthodologie de dimensionnement				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_METHODIM				
Responsable de l'ECUE	Vincent LEROY				
Durée	Nb heures :16				
	CM : 6	TD : nb H	TP : 8	Projet : nb H.	DS : 2
Langue	Français				
Pré requis	UE204 ; UE303 ; UE304				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.1, C1.4, C 1.5, C1.6, C4.1, C4.2				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD9				
Objectifs	Pour le dimensionnement d'une structure en mer, des normes et standards existent et permettent de mettre en place des procédures de design : choix des conditions environnementales, choix des paramètres ou indicateurs d'étude sur le système choisi et valeurs limites de ces indicateurs. Ce cours vise à appréhender la démarche de dimensionnement, en conformité avec ces différents documents.				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition des différents standards</li> <li>• Méthode de dimensionnement et rôle des sociétés de classification</li> <li>• Définition des cas de chargements</li> <li>• Définition des Critères de Design</li> <li>• Application au dimensionnement de l'ancrage d'une éolienne (simplifié)</li> </ul>				

## UE 304

Méthodes et/ou outils pédagogiques	Association de CM, de TD et de TP pour mettre rapidement en application sur logiciel de simulation expert. Ateliers de lecture détaillée et analyse des normes.
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	Une EVI (DS) Une EVC (Rapport)
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Entreprises extérieures. Sociétés de classification et bureaux d'études.
Bibliographie / Webographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bureau Veritas (2019). Classification and Certification of Floating Offshore Wind Turbines.</li> <li>DNV-GL. DNVGL-ST-0119 Floating wind turbine structures.</li> <li>DNV-GL. DNV-RP-C205 Environmental Conditions and Environmental Loads.</li> </ul>
Mots clés	Dimensionnement, normes, certification

Libellé de l'ECUE	Machines synchrone et asynchrone				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_MACH				
Responsable de l'ECUE	Mohamed Assad HAMIDA				
Durée	Nb heures :30				
	CM : 12	TD : 8	TP : 8	Projet : 0	DS : 2
Langue	Français				
Pré requis					
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.1, C1.2, C1.5, C4.1, C4.2				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD7 Energie propre et d'un coût abordable				
Objectifs	A la fin de l'enseignements les étudiants seront capables de : <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprendre les principes de fonctionnements des différentes machines électriques</li> <li>Comprendre la mise en équation des machines électriques et connaître les transformations mathématiques utilisées pour la modélisation</li> <li>Comprendre la commande des machines synchrone et asynchrone</li> </ul>				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Généralités sur les machines électriques tournantes                         <ul style="list-style-type: none"> <li>Technologie des machines électriques</li> <li>Lois générales de la conversion électromécanique.</li> <li>Production de forces électromotrices</li> <li>Inducteur tournant</li> </ul> </li> <li>Machines synchrones                         <ul style="list-style-type: none"> <li>Symboles, Construction - Principe</li> <li>Force électromotrice</li> <li>Diagramme de Blondel</li> <li>Commande de la machine synchrone</li> </ul> </li> </ul>				

## UE 304

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Équations - Schéma équivalent</li> <li>- Transformations Concordia/Clark, Park</li> <li>- Modèle dans le repère tournant</li> <li>- Commande de couple</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Machines asynchrones           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Symbole, Structure, Principes de fonctionnement,</li> <li>○ Glissement - fréquences rotoriques</li> <li>○ Bilan de puissance - Diagramme du cercle</li> <li>○ Commande de la machine asynchrone               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Équation – Schéma équivalent</li> <li>- Modèles dans les repères fixes et tournants</li> <li>- Contrôle en V/f</li> <li>- Contrôle vectoriel par orientation de flux rotorique</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Alternances de CM, TD et TP. Développement des calculs en TD. Application sur des outils de simulation numérique et démonstrations sur banc d'essai expérimental
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	1 EVI (DS) 1 EVC (compte-rendu de TP)
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Mohamed Assad HAMIDA
Bibliographie / Webographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moteurs électriques industriels, Pierre Mayé, DUNOD</li> <li>• Commande électronique des moteurs électriques, Michel Pinard, DUNOD</li> </ul>
Mots clés	Machine synchrone, machine asynchrone, modélisation, commande

UE 305

**Unité d'enseignement**

Libellé de l'UE	UE 305			
Responsable de l'UE	Vincent LEROY			
Crédits ECTS	Crédit ECTS : 6			
Type de cours				
Eléments constitutifs de l'UE (acronyme + libellé cours)	GeMar3_PTFM : Projet : design de plateforme GeMar3_FONDASOL : Sol et fondation GeMar3_OPMOD : Opérations en mer et maintenance : modélisation et analyse de risque			

Nombre d'ECUE constituant l'EU : 3 \*1 tableau par ECUE, à dupliquer autant que d'ECUE

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Projet : design de plateforme				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_PTFM				
Responsable de l'ECUE	Vincent Leroy				
Durée	Nb heures : 50				
	CM : 0	TD : 0	TP : 0	Projet : 32	DS : 0
Langue	Français				
Pré requis	UE204, UE303, UE304				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C4.1, C4.2, C4.3, C4.4				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	En lien avec le <i>Floating Wind Challenge</i> , les étudiants seront mobilisés sur la conception d'un flotteur d'éolienne flottante. La donnée d'entrée : une éolienne (à échelle réduite) qui doit être supportée par un support flottant ancré. L'objectif des étudiants : concevoir le flotteur qui pourra supporter l'éolienne et optimiser ses performances, dans des contraintes de budget fixées.				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	Introduction des objectifs, de la méthodologie. Présentation de l'éolienne à intégrer et supporter par le flotteur. Travail en groupe et utilisation des connaissances et compétences acquises en cours pour dimensionner le flotteur.				
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Projet en groupes : management de projet et répartition des tâches. Les projets les plus aboutis pourront être fabriqués et proposés au <i>Floating Wind Challenge</i> .				
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	Une EVC (design du flotteur et performances du système).				

## UE 305

Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Vincent Leroy, ...
Bibliographie / Webographie	Floating Wind Challenge: <a href="https://www.floatingwindchallenge.com/">https://www.floatingwindchallenge.com/</a>
Mots clés	

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Sol et fondations				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_FONDASOL				
Responsable de l'ECUE	Michel CORET				
Durée	Nb heures :28				
	CM : 10	TD : 10	TP : nb H.	Projet : nb H.	DS : 2
Langue	Français				
Pré requis	UE104				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.1, C1.2, C1.3				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	Comprendre les mécanismes physiques se produisant dans un sol et savoir les modéliser. Savoir calculer des fondations superficielles/profondes sous chargement vertical et horizontal.				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriétés physiques des sols, propriétés hydrauliques des sols.</li> <li>• Réseaux d'écoulement. Propriétés mécaniques</li> <li>• Rappels de Mécanique des Milieux Continus</li> <li>• Rhéologie</li> <li>• Contraintes dans le sol. Consolidation des sols. Cisaillement des sols.</li> <li>• Dimensionnement de fondations superficielles/profondes.</li> </ul>				
Méthodes et/ou outils pédagogiques					
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	1 EVI (DS) 1 EVC (Compte-rendu de TP)				
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Michel CORET				
Bibliographie / Webographie	Calcul des fondations superficielles et profondes, Roger Frank, Fahd Caira, Sébastien Burlon, Ed. des Ponts et Chaussées, 2019				
Mots clés	Propriétés physiques des sols, dimensionnement de fondations				

UE 305

**Elément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Opérations en mer et maintenance : modélisation et analyse de risque				
Acronyme de l'ECUE	GEMAR3_ OPMOD				
Responsable de l'ECUE	Vincent LEROY				
Durée	Nb heures : 28				
	CM : 6	TD : 0	TP : 6	Projet :	DS : 2
Langue	Français				
Pré requis	UE206, UE304				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.5, C1.6, C2.2, C2.3 , C4.3, C4.4				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	Le cours se concentre sur les opérations marines, leur modélisation et l'analyse de risque qui peut en découler. Par exemple, il s'agit de modéliser une opération de transfert de passager entre un navire et une fondation d'éolienne avec des outils de simulation (interaction houle/structure et résolution de l'équation du mouvement avec lois de contact entre le navire et la fondation de l'éolienne), et de l'utiliser pour analyser les risques et conditions de mer opérables.				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Outils de modélisation pour les opérations marines</li> <li>2. Application avec interaction houle/structure</li> <li>3. Mécanique des câbles</li> <li>4. Mécanique multi-corps et effets d'interaction</li> <li>5. Approches numériques et incertitudes</li> <li>6. Règlementation</li> <li>7. Utilisation d'un modèle et analyse de risques</li> </ol>				
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Cours et TP.				
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	Une EVI (DS) Une EVC (rapport de TP)				
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Intervenants extérieurs à l'ECN, et équipe enseignante en hydrodynamique				
Bibliographie / Webographie	DNV-RP-N103 Modelling and analysis of marine operations				
Mots clés					

UE 306

**Unité d'enseignement**

Libellé de l'UE	UE 306			
Responsable de l'UE	Sandrine Aubrun			
Crédits ECTS	Crédit ECTS : 5			
Type de cours				
Eléments constitutifs de l'UE (acronyme + libellé cours)	GeMar3_WRA : Estimation de la ressource éolienne et du productible GeMar3_AROT : Aérodynamique des rotors d'éoliennes et parcs GeMar3_COEPE : Contrôle des éoliennes et des parcs			

Nombre d'ECUE constituant l'EU : 3 \*1 tableau par ECUE, à dupliquer autant que d'ECUE

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Estimation de la ressource éolienne et du productible				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_WRA				
Responsable de l'ECUE	Sandrine Aubrun				
Durée	Nb heures :14				
	CM : 7	TD : 6	TP : 0	Projet : nb H.	DS : 1
Langue	Français				
Pré requis	Aucun				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.1, C1.2, C1.3, C1.5				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD 13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	Savoir estimer la ressource éolienne sur un site, en déduire le productible d'une éolienne isolée ou d'un parc éolien, en prenant en compte les effets de parcs (interactions de sillages)				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	Estimation de la ressource éolienne sur la base de statistiques de vent Définition du productible d'une éolienne isolée Estimation du sillage d'une éolienne et ses conséquences sur le productible Estimation des « effets de parcs » sur la production				
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Alternance de séquences de cours et d'exercices d'applications en salle info pour assurer une bonne assimilation des notions.				
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	Devoir écrit individuel incluant des exercices et des questions de cours, CR de TP info Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5) Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)				
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Sandrine Aubrun, Boris Conan, Laurent Perret				
Bibliographie / Webographie	J.F. Manwell, J.G. MCGowan & A.L. Rogers (2009) Wind energy explained - Theory, Design and Application. Wiley.				

## UE 306

	M. C. Brower (2012) Wind resource assessment - A practical guide to developing a wind project. Wiley. T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, E. Bossanyi (2021) Wind Energy Handbook (3d Edition), Wiley
Mots clés	Energie éolienne, ressource

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Aérodynamique des rotors d'éoliennes et parcs				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_AROT				
Responsable de l'ECUE	Boris Conan				
Durée	Nb heures : 28h				
	CM : 12h	TD : 6h	TP : 8h	Projet : 0	DS : 2h
Langue	Français				
Pré requis	ECUE Mathématiques, Physique et Dynamique des fluides, profils portants, écoulements turbulents				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.1, C1.2, C1.3, C1.5, C4.1, C4.2				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD 13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître le déploiement actuel de l'éolien terrestre et en mer, et les enjeux des déploiements futurs</li> <li>• Acquérir une bonne compréhension du fonctionnement des éoliennes</li> <li>• Estimer les performances des éoliennes</li> <li>• Acquérir et utiliser les concepts de l'aérodynamique des rotors</li> </ul>				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	CM : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Les composants d'une éolienne standard et les principe généraux de fonctionnement</li> <li>• Aérodynamique des rotors, théories et modèles</li> <li>• Estimation des performances</li> <li>• Stratégies de contrôle</li> <li>• Lien avec l'aéroélastique</li> </ul> TD : les travaux dirigés permettront de mettre en pratique les notions vues ne cours.  TP : calculs aérodynamiques, performances, stratégie de contrôle, influence des conditions d'entrée, avec le logiciel QBlade				
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Alternance de séquences de cours et d'exercices d'applications pour assurer une bonne assimilation des notions. Réalisation de travaux pratiques sur ordinateur				
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et	Devoirs écrits individuels incluant des exercices et des questions de cours, CR de TP, comportement professionnel en séances de TP Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.4) Évaluations individuelles : EVI (coefficient 0.6)				

## UE 306

EVC)	
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Boris Conan, etc
Bibliographie / Webographie	Introduction to wind energy systems 2013 Wind Energy Handbook, 2001 Wind energy explained, - Theory, Design and Application. 2009 Wind resource assessment - A practical guide to developing a wind project. 2012

**Elément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Contrôle des éoliennes et des parcs				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_COEPE				
Responsable de l'ECUE	Mohamed Hamida				
Durée	Nb heures :30				
	CM : 12	TD : 8	TP : 8	Projet : nb H.	DS : 2
Langue	Français				
Pré requis	CONEN				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.1, C1.2, C1.3, C1.5				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	A la fin de l'enseignements les étudiants seront capables de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre les motivations de commande des éoliennes et des parcs éoliens</li> <li>• La modélisation des différents composants de l'éolienne</li> <li>• La commande de l'éolienne et de parc éolien</li> </ul>				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conversion de l'énergie éolienne : Principe             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Introduction</li> <li>○ Structure</li> <li>○ Zone de fonctionnement et objectifs de contrôle</li> </ul> </li> <li>• Modélisation d'une turbine éolienne</li> <li>• Techniques d'extraction du maximum de la puissance             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bilan de puissance</li> <li>○ Maximisation de la puissance avec et sans asservissement de la vitesse</li> </ul> </li> <li>• Modélisation du système d'orientation des pales             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Système d'orientation</li> <li>○ Système de régulation de l'angle d'orientation</li> </ul> </li> <li>• Éolienne à vitesse variable             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Principes de fonctionnement</li> <li>○ Modèle de la génératrice synchrone</li> <li>○ Modélisation globale de la chaîne de conversion de l'éolienne</li> <li>○ Structures de contrôle</li> </ul> </li> <li>• Commande de parc éolien             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Introduction, objectifs et défis du contrôle</li> <li>○ Approches de contrôle                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stratégies de lutte contre le sillage</li> <li>▪ Maximisation de puissance</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>				

## UE 306

Méthodes et/ou outils pédagogiques	Alternances de CM, TD et TP. Calcul des lois de contrôle en TD. Application sur des outils de simulation réalistes
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	1 EVI (DS) 1 EVC (compte-rendu de TP)
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Mohamed Hamida, ...
Bibliographie / Webographie	Burton et al: Wind Energy Handbook, John Wiley, New York, Second Edition, 2011. Ogata: Modern Control Engineering, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, Third Edition, 1997
Mots clés	Machine synchrone, machine asynchrone, modélisation, commande

UE 306

**Unité d'enseignement**

Libellé de l'UE	UE 306			
Responsable de l'UE	Sandrine Aubrun			
Crédits ECTS	Crédit ECTS : 5			
Type de cours				
Eléments constitutifs de l'UE (acronyme + libellé cours)	GeMar3_WRA : Estimation de la ressource éolienne et du productible GeMar3_AROT : Aérodynamique des rotors d'éoliennes et parcs GeMar3_COEPE : Contrôle des éoliennes et des parcs			

Nombre d'ECUE constituant l'EU : 3 \*1 tableau par ECUE, à dupliquer autant que d'ECUE

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Estimation de la ressource éolienne et du productible				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_WRA				
Responsable de l'ECUE	Sandrine Aubrun				
Durée	Nb heures :14				
	CM : 7	TD : 6	TP : 0	Projet : nb H.	DS : 1
Langue	Français				
Pré requis	Aucun				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.1, C1.2, C1.3, C1.5				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD 13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	Savoir estimer la ressource éolienne sur un site, en déduire le productible d'une éolienne isolée ou d'un parc éolien, en prenant en compte les effets de parcs (interactions de sillages)				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	Estimation de la ressource éolienne sur la base de statistiques de vent Définition du productible d'une éolienne isolée Estimation du sillage d'une éolienne et ses conséquences sur le productible Estimation des « effets de parcs » sur la production				
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Alternance de séquences de cours et d'exercices d'applications en salle info pour assurer une bonne assimilation des notions.				
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	Devoir écrit individuel incluant des exercices et des questions de cours, CR de TP info Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5) Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)				
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Sandrine Aubrun, Boris Conan, Laurent Perret				
Bibliographie / Webographie	J.F. Manwell, J.G. MCGowan & A.L. Rogers (2009) Wind energy explained - Theory, Design and Application. Wiley.				

## UE 306

	M. C. Brower (2012) Wind resource assessment - A practical guide to developing a wind project. Wiley. T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, E. Bossanyi (2021) Wind Energy Handbook (3d Edition), Wiley
Mots clés	Energie éolienne, ressource

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Aérodynamique des rotors d'éoliennes et parcs				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_AROT				
Responsable de l'ECUE	Boris Conan				
Durée	Nb heures : 28h				
	CM : 12h	TD : 6h	TP : 8h	Projet : 0	DS : 2h
Langue	Français				
Pré requis	ECUE Mathématiques, Physique et Dynamique des fluides, profils portants, écoulements turbulents				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.1, C1.2, C1.3, C1.5, C4.1, C4.2				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD 13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître le déploiement actuel de l'éolien terrestre et en mer, et les enjeux des déploiements futurs</li> <li>• Acquérir une bonne compréhension du fonctionnement des éoliennes</li> <li>• Estimer les performances des éoliennes</li> <li>• Acquérir et utiliser les concepts de l'aérodynamique des rotors</li> </ul>				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	CM : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Les composants d'une éolienne standard et les principe généraux de fonctionnement</li> <li>• Aérodynamique des rotors, théories et modèles</li> <li>• Estimation des performances</li> <li>• Stratégies de contrôle</li> <li>• Lien avec l'aéroélastique</li> </ul> TD : les travaux dirigés permettront de mettre en pratique les notions vues ne cours.  TP : calculs aérodynamiques, performances, stratégie de contrôle, influence des conditions d'entrée, avec le logiciel QBlade				
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Alternance de séquences de cours et d'exercices d'applications pour assurer une bonne assimilation des notions. Réalisation de travaux pratiques sur ordinateur				
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et	Devoirs écrits individuels incluant des exercices et des questions de cours, CR de TP, comportement professionnel en séances de TP Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.4) Évaluations individuelles : EVI (coefficient 0.6)				

## UE 306

EVC)	
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Boris Conan, etc
Bibliographie / Webographie	Introduction to wind energy systems 2013 Wind Energy Handbook, 2001 Wind energy explained, - Theory, Design and Application. 2009 Wind resource assessment - A practical guide to developing a wind project. 2012

**Elément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Contrôle des éoliennes et des parcs				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_COEPE				
Responsable de l'ECUE	Mohamed Hamida				
Durée	Nb heures :30				
	CM : 12	TD : 8	TP : 8	Projet : nb H.	DS : 2
Langue	Français				
Pré requis	CONEN				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.1, C1.2, C1.3, C1.5				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD 7 : énergie propre et d'un coût abordable ODD 9 : Industrie, Innovation et infrastructure ODD13 : Lutte contre les changements climatiques				
Objectifs	A la fin de l'enseignements les étudiants seront capables de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre les motivations de commande des éoliennes et des parcs éoliens</li> <li>• La modélisation des différents composants de l'éolienne</li> <li>• La commande de l'éolienne et de parc éolien</li> </ul>				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conversion de l'énergie éolienne : Principe                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Introduction</li> <li>○ Structure</li> <li>○ Zone de fonctionnement et objectifs de contrôle</li> </ul> </li> <li>• Modélisation d'une turbine éolienne</li> <li>• Techniques d'extraction du maximum de la puissance                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bilan de puissance</li> <li>○ Maximisation de la puissance avec et sans asservissement de la vitesse</li> </ul> </li> <li>• Modélisation du système d'orientation des pales                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Système d'orientation</li> <li>○ Système de régulation de l'angle d'orientation</li> </ul> </li> <li>• Éolienne à vitesse variable                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Principes de fonctionnement</li> <li>○ Modèle de la génératrice synchrone</li> <li>○ Modélisation globale de la chaîne de conversion de l'éolienne</li> <li>○ Structures de contrôle</li> </ul> </li> <li>• Commande de parc éolien                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Introduction, objectifs et défis du contrôle</li> <li>○ Approches de contrôle                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stratégies de lutte contre le sillage</li> <li>▪ Maximisation de puissance</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>				

## UE 306

Méthodes et/ou outils pédagogiques	Alternances de CM, TD et TP. Calcul des lois de contrôle en TD. Application sur des outils de simulation réalistes
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	1 EVI (DS) 1 EVC (compte-rendu de TP)
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Mohamed Hamida, ...
Bibliographie / Webographie	Burton et al: Wind Energy Handbook, John Wiley, New York, Second Edition, 2011. Ogata: Modern Control Engineering, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, Third Edition, 1997
Mots clés	Machine synchrone, machine asynchrone, modélisation, commande

UE 308

Unité d'enseignement	
Libellé de l'UE	UE 308
Responsable de l'UE	Vincent BERTHOME
Crédits ECTS	Crédit ECTS : 4
Type de cours	
Eléments constitutifs de l'UE (acronyme + libellé cours)	GeMar3_PROJ: Projet Etude des performances d'un navire GeMar3_CELEC: Convertisseurs électriques

Nombre d'ECUE constituant l'EU : 2 \*1 tableau par ECUE, à dupliquer autant que d'ECUE

Élément constitutif d'une UE	
Libellé de l'ECUE	Projet Etude des Performances d'un Navire
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_PROJ
Responsable de l'ECUE	Vincent BERTHOME
Durée	Nb heures :50 h
	CM : nb H    TD : nb H    TP : nb H.    Projet : 50    DS : nb H.
Langue	Français
Pré requis	UE 203- UE 204- UE 205-UE 303-UE 304- UE 305-2
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C4.1, C4.2, C4.3, C4.4
ODD (Objectifs du Développement Durable)	ODD4 Education de qualité ODD7 Energie propre et d'un coût abordable ODD13 Lutte contre les changements climatiques
Objectifs	Les élèves devront mener un projet de 80h visant à déterminer les performances d'un navire dans sa globalité, en intégrant les modes de propulsion classique (par hélice) et vélique. L'objectif est de quantifier les gains obtenus par la propulsion vélique, à l'aide des acquis obtenus lors des enseignements relatifs.
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	<p>Le projet débutera à partir d'un cahier des charges donné par l'enseignant, comportant le type de navire à étudier et un objectif de gain de performance donné.</p> <p>Le projet pourra comporter les éléments scientifiques suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Détermination la résistance à l'avancement du navire</li> <li>- Calcul des performances du propulseur : hydrodynamique du propulseur par hélice et performances du moteur à combustion interne</li> <li>- Calcul des performances aérodynamiques des voiles</li> </ul> <p>Le projet devra comporter une approche intégrée, visant à optimiser les performances globales du navire, dans le contexte de décarbonation.</p>
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Accompagnement des groupes (trinômes ou quadrinômes) par un professionnel du secteur. Fourniture des documents au fur et à mesure des besoins. Mise en

## UE 308

	concurrence des groupes, simulation de séquences de communication professionnelle
Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	Rendus d'un rapport de projet, avec une présentation orale Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	Vincent BERTHOME, Antoine DUCOIN
Bibliographie / Webographie	
Mots clés	Approche navire, décarbonation, gain propulsion vélique

**Élément constitutif d'une UE**

Libellé de l'ECUE	Convertisseurs électriques				
Acronyme de l'ECUE	GeMar3_CELEC				
Responsable de l'ECUE	HAMIDA Mohamed				
Durée	Nb heures : 30h				
	CM : 10	TD : 10	TP : 4	Projet : 4	DS : 2
Langue	Français				
Pré requis	Aucun				
Compétences du référentiel évalué	Formé à : C1.1, C1.2, C1.3, C1.5				
ODD (Objectifs du Développement Durable)	<p>- Les sujets abordés dans ce module sont par nature dans la problématique du développement durable : Électrification des chaînes de propulsion, hybridation électrique, génération d'énergie à bord et pilotage de la propulsion électrique, production et optimisation de l'énergie à quais (panneau photovoltaïque, éolienne, etc) mais aussi en SHS (impact des ENR sur la population). (ODD7, ODD9, ODD12)</p> <p>- Proposition de documents dématérialisés destinés à accompagner durablement les étudiants dans leurs études et leur vie professionnelle. (ODD4)</p>				
Objectifs	Cet enseignement a pour but de présenter les composants des chaînes de propulsion que l'on retrouve notamment dans les applications embarquées liées au transport maritime ainsi que la production et l'optimisation de l'énergie à quais.				
Contenu (résumé du cours, plan de l'enseignement)	Électronique de puissance: hacheurs, onduleurs, redresseurs Etude de cas sous la forme d'un mini projet (plaisance, petits navires à passagers ou de servitude, grand navire, etc) : Électrification des chaînes de propulsion, hybridation électrique, génération d'énergie à bord et pilotage de la propulsion électrique.				
Méthodes et/ou outils pédagogiques	Simulation sous le logiciel PSIM				

## UE 308

Modalités d'évaluation (devoir écrit individuel, collectif, test, qcm, CR de TP, ...). A préciser en utilisant également la nomenclature ECN (EVI et EVC)	1 EVI (DS) 1 EVC (Projet)
Equipe pédagogique (nom(s) enseignants)	HAMIDA Mohamed HILAIRET Mickaël Intervenant extérieur
Bibliographie / Webographie	<a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Propulsion_%C3%A9lectrique_des_navires">https://fr.wikipedia.org/wiki/Propulsion_%C3%A9lectrique_des_navires</a>
Mots clés	Machines électriques, Electronique de puissance, Stockage de l'énergie dans les Navires, Électrification des chaines de propulsion, hybridation électrique, génération d'énergie à bord et pilotage de la propulsion électrique, production et optimisation de l'énergie à quais.