

Master 1ère année "Physique et Mécanique des Milieux Continus"

Semestre 7

Fluides I

ECTS : 6	35H CM	28H TD	9H TP	Fondamentale
----------	--------	--------	-------	--------------

Description et cinématique des fluides, Equations de la dynamique, Analyse dimensionnelle et similitude, Vorticité et circulation, Ecoulements permanents et irrotationnels, Aérodynamique, Couches limites, Ecoulements laminaires visqueux, ondes de gravité de surface, Ecoulements à surface libre.

Mécanique des Milieux Continus

ECTS : 6	35H CM	28H TD	9H TP	Fondamentale
----------	--------	--------	-------	--------------

Elasticité linéaire (contraintes, petites déformations, loi de Hooke généralisée, critère de limite élastique), Elastostatique (Equation de Navier, de Beltrami, théorèmes variationnels, Poutres en sollicitations simples, Plaques en flexion et en torsion), Elastodynamique (ondes planes dans les solides élastiques isotropes), Notions de thermoélasticité, de viscoélasticité, de plasticité

Mathématiques Appliquées I

ECTS : 4,5	30H CM	30H TD		Fondamentale
------------	--------	--------	--	--------------

Partie A : Equations différentielles, notion de flot, existence et unicité des solutions, Méthodes de linéarisation, stabilité, Equations linéaires d'ordre 2.

Partie B : Scaling d'un problème physique, Développement d'une stratégie d'approximation d'un problème complexe, Transformée de Laplace, Introduction aux méthodes de perturbations.

Modélisation Numérique

ECTS : 4,5	24H CM	12H TD	+ 24H TP	Mutualisée avec M1 Physique
------------	--------	--------	----------	-----------------------------

Résolution de systèmes linéaires et non linéaires (Gauss, Choleski, gradient conjugué, Newton), Méthodes numériques pour les équations différentielles ordinaires (interpolation, intégration numérique, Euler, Runge-Kutta), Méthodes numériques pour les équations aux dérivées partielles (problème aux limites, elliptiques, paraboliques, hyper-boliques). Méthodes de Monte-Carlo.

Mathématiques Appliquées II

ECTS : 3	24H CM	12H TD		Fondamentale
----------	--------	--------	--	--------------

Equations aux dérivées partielles : Classification, Séparation des variables, Transformée de Fourier, de Laplace, Solution de d'Alembert, Equations d'ondes, Problème de Laplace, de Poisson, Méthodes de perturbation et introduction aux méthodes numériques

PVP

ECTS : 6	36H CM	36H TD		Mutualisée avec M1 Physique
----------	--------	--------	--	-----------------------------

Rédaction de CV et de lettres de motivation - Simulation avec caméra d'entretiens d'embauche - Entraînement aux tests de recrutement - Etudes de cas, mises en situation, jeux de rôles, débats - Travail individualisé en laboratoires de langues

Master 1ère année "Physique et Mécanique des Milieux Continus"

Semestre 8

Physique pour l'Exploration de la Terre

ECTS : 4,5	30H CM	12H TD +6HTD Terrain	12H TP	Fondamentale
Méthodes sismiques (sismique réflexion, sismique grand angle), Méthodes potentielles (Gravité et géoïde, Magnétisme, Electromagnétisme), Acquisition et exploitation de mesures géophysiques sur le terrain.				

Introduction à la Dynamique des Fluides Géophysiques

ECTS : 4	24H CM	18H TD	6H TP	Fondamentale
Généralités sur l'océan et l'atmosphère, Ecoulements avec rotation et stratification, Analyse dimensionnelle des équations primitives, Equations en couches minces homogènes, Ondes en théorie shallow-water, Introduction aux marées, Couches limites de surface et de fond, Circulation générale océanique, Instabilité des courants et tourbillons, Upwelling et activité biologique				

Traitement du Signal

ECTS : 4,5	28H CM	16H TD	16H TP	Fondamentale 48H mutua-lisées avec M1 Physique
12 H CM Théorie du signal aléatoire 1. Echantillonnage : théorie, convertisseur analogique/numérique, AD 633, Flash. 2. Signaux numériques : Transformée de Fourier continue des signaux discrets, exemples ; Transformée en Z ; Fenêtrage ; synthèse de filtres numériques. 3. Signaux numériques et probabilités : processus et signaux aléatoires, stationnarité, processus de Markov, le bruit, applications aux processus Gaussien, de Poisson. TD sur ordinateur avec le logiciel Labview.				

Projet

ECTS : 7				
Réalisation d'un projet, dans un laboratoire de recherche, en liaison avec l'une ou l'autre des UE du Master . Le projet inclus la réalisation concrète d'une application (ce n'est pas une bibliographie)				

Fluides II

ECTS : 4	24H CM	24H TD		Optionnelle
Thermodynamique des fluides, Fluides compressibles, Ondes acoustiques, Ecoulement à grand nombre de Mach, Analogie avec des écoulements à surface libre, Fluides stratifiés, ondes et turbulence				

Calcul des Structures

ECTS : 4	24H CM	24H TD		Optionnelle
Introduction à la MEF (systèmes discrets, systèmes continus, Différents types d'éléments, Domaines d'application), Application de la MEF aux problèmes d'élasticité linéaire (cas unidimensionnels et bidimensionnels)				

PVP

ECTS : 6	36H CM	36H TD		Fondamentale
Séances d'autoscopie - Exposés scientifiques - Analyse des médias - Revues de presse - Etudes de cas, mises en situation, jeux de rôles, débats - Travail individualisé en laboratoires de langues - Préparation aux certifications en langues				

Master 2ème année "Physique et Mécanique des Milieux Continus" Spécialité "Géophysique Marine"

Semestre 9

Sciences de la Mer et du Littoral

ECTS : 0	24 H CM			
Vulgarisation : Enjeux et Problématique des Sciences de la Mer et du Littoral. Cette UE est obligatoire pour les spécialités « Géophysique Marine » et « Physique Océan-Atmosphère »				

Modèles de la Terre

ECTS : 6	24 H CM			Obligatoire
Les différents modèles de Terre : sismologiques et tomographiques, minéralogiques, thermiques et mécaniques, rhéologiques, dynamiques, magnétiques - Mesures et modèles : techniques actuelles et intégration des observations disponibles pour comprendre les processus et établir les modèles physiques de la Terre.				

Déformations et mouvements dans la Terre

ECTS : 6	30 H CM			Obligatoire
Rhéologie des matériaux terrestres - Les déformations de la surface du Globe : implication en terme de risques naturels - Les mouvements de matière à l'intérieur du globe : plaques lithosphériques, convection dans le manteau.				

Traitement des images de la planète Terre

ECTS : 6	30 H CM			Optionnelle
Apport de la Télédétection à la connaissance des différentes couches de la planète Terre : Atmosphère / Océan / Terre Solide. - Traitements génériques des images acquises par différents types de capteurs et plateformes. Extraction des informations pertinentes, des paramètres géométriques, physiques, chimiques. - Techniques d'assimilation de données dans les modèles.				

Champs potentiels

ECTS : 6	30 H CM			Optionnelle
Maîtrise des techniques de traitement et de modélisation des méthodes d'exploration géophysiques dites de Potentiel (magnétisme, gravimétrie, électromagnétisme). - Acquisition du sens de la donnée, de son analyse et de son interprétation.				

Sismique marine

ECTS : 6	30 H CM			Optionnelle
Acquisition, traitement et interprétation des différentes méthodes sismiques (réflexion et réfraction). Utilisation de ces méthodes pour la connaissance de la structure superficielle du sous-sol marin. Application à l'exploration pétrolière. - Embarquement en mer et exploitation des données acquises.				

Détection et suivi des ressources naturelles

ECTS : 6	30 H CM			Optionnelle
Les ressources naturelles et leur propriétés physiques. - Les hydrocarbures. Les gisements. - Détection, imagerie et propriétés des réservoirs pour l'énergie durable. Géothermie. Stockage du CO2.				

Autre spécialité

ECTS : 6	30 H CM			Optionnelle
A choisir parmi les UE à vocation transversale des autres spécialités du master				

Géo-informatique

ECTS : 4	30 H CM			Obligatoire
Outils (Systèmes d'Information Géographique, MATLAB) et méthodes (Interpolation, projection) informatiques pour le traitement et la représentation de données en Géosciences.				

PVP

ECTS : 6	36 H CM			Fondamentale
Rédaction de CV et de lettres de motivation - Simulation avec caméra d'entretiens d'embauche et d'exposés scientifiques - Rédaction de documents à caractère professionnel - Mises en situation, jeux de rôle, débats - Travail individualisé en laboratoire de langues - Remédiation linguistique selon les besoins (test de positionnement en début de semestre) - Etudes de cas (rentabilité financière d'investissements, établissement d'un budget financier).				

Semestre 10

Stage

ECTS : 20				Fondamentale	Stage dans un laboratoire d'accueil de la formation
-----------	--	--	--	--------------	---

**Master 2ème année "Physique et Mécanique des Milieux Continus"
Spécialité "Physique Océan Atmosphère"**

Semestre 9

Sciences de la Mer et du Littoral

ECTS : 0

24 H CM

Vulgarisation : Enjeux et Problématique des Sciences de la Mer et du Littoral. Cette UE est obligatoire pour les spécialités « Géophysique Marine » et « Physique Océan-Atmosphère »

Océanographie descriptive

ECTS : 4

30 H CM

Fondamentale

Description de la circulation océanique globale, forçages et équilibres fondamentaux, climat et le cycle du carbone.

Dynamique des fluides géophysiques

ECTS : 9

30 H CM

Fondamentale

Méthodes de scaling appliquées aux grands mouvements atmosphériques et océaniques, approximations incompressible, en eau peu profonde, quasi-géostrophique, ajustement et ondes dans les fluides (effets de la rotation et de la stratification).

Circulations océaniques et atmosphériques I

ECTS : 4,5

30 H CM

Fondamentale

Dynamique grande échelle de l'atmosphère, ondes planétaires, jet-stream, Cellule de Hadley – Dynamique grande échelle de l'océan, Gulf-Stream et circulation de Sverdrup.

Circulations océaniques et atmosphériques II

ECTS : 4,5

30 H CM

Optionnelle

Instabilités baroclines, circulation thermohaline, couplage océan - atmosphère et climat, Circulation équatoriale et phénomène El Nino.

Circulations côtières et littorales

ECTS : 4

20 H CM

Fondamentale

Description des circulations côtières, principaux forçages (vent et marées). Réponse dynamiques de l'océan, upwellings, ondes topographiques.

Stage terrain

ECTS : 2

40 H TP

Fondamentale

Expérimentation en Mer d'Iroise.

Modélisation Numérique

ECTS : 2

15 H CM

Optionnelle

Introduction aux méthodes de différences finies et aux méthodes spectrales. - Application aux modèles océaniques.

Traitement du signal

ECTS : 2

15 H CM

Optionnelle

Mesure en Océanographie - Filtrage – Analyse spectrale - Méthodes inverses et assimilations de données.

Informatique

ECTS : 0

15 H TD

Optionnelle

Initiation au système UNIX et à la programmation (FORTRAN).

Dynamique des vortex et turbulence

ECTS : 4,5

30 H CM

Optionnelle

Instabilités des jets et génération de tourbillon isolé, interaction des tourbillons et rôle dans la turbulence géostrophique. Comparaison aux observations. Ouverture sur la sous meso échelle.

Vagues : hydrodynamique et télédétection

ECTS : 4

20 H CM

Optionnelle

Cinématique des ondes libres et techniques de mesure par analyse spectrale, générations et dissipation, quantité de mouvement - énergie et action des vagues, rugosité multiéchelles de la surface et théories des réflexions électromagnétiques sur cette surface.

Hydrodynamique sédimentaire

ECTS : 4

30 H CM

Optionnelle

Inventaire des agents physiques et quantification des forçages. Formulation du transport solide (charriage ou suspension) dans le cas des sédiments non cohésifs (sables) et celui des sédiments cohésifs (vases). Techniques de modélisation intégrée des transports de sédiments et études de cas. Notions de morphodynamique : approches basées sur les processus et modèles "comportementaux".

PVP

ECTS : 6

36 H CM

36 H TD

Fondamentale

Rédaction de CV et de lettres de motivation - Simulation avec caméra d'entretiens d'embauche et d'exposés scientifiques - Rédaction de documents à caractère professionnel - Mises en situation, jeux de rôle, débats - Travail individualisé en laboratoire de langues - Remédiation linguistique selon les besoins (test de positionnement en début de semestre) - Etudes de cas (rentabilité financière d'investissements, établissement d'un budget financier).

Semestre 10

Stage

ECTS : 20

Fondamentale

Stage dans un laboratoire d'accueil de la formation

Master 2ème année "Physique et Mécanique des Milieux Continus" Spécialité "Matériaux & Structures"

Semestre 9

Eléments finis pour les problèmes linéaires et non linéaires

ECTS : 8	30 H CM				Fondamentale
----------	---------	--	--	--	--------------

L'objectif de ce cours est d'étudier les hypothèses, les approximations et les techniques numériques utilisées dans les codes de calculs Eléments Finis pour la résolution des problèmes linéaires et non-linéaires. Le but est d'aborder le choix des paramètres d'une modélisation Eléments Finis, ainsi que l'analyse et l'interprétation des résultats numériques.

Thermodynamique des Milieux Continus et Lois de Comportements

ECTS : 8	30 H CM				Fondamentale
----------	---------	--	--	--	--------------

Les objectifs principaux de ce cours sont de présenter, d'une part, un cadre général de développement des lois de comportement et, d'autre part, un certain nombre de modèles permettant d'aborder les comportements mécaniques usuels des matériaux solides. Les principaux concepts du formalisme des grandes déformations sont présentés.

Mécanique de la rupture de la fatigue

ECTS : 8	30 H CM				Fondamentale
----------	---------	--	--	--	--------------

Donner un aperçu sur la modélisation de la résistance ultime des matériaux ; apporter des outils modernes de dimensionnement des structures en présence de fissures macroscopiques ; Apporter des outils modernes sur la modélisation de l'endommagement des matériaux.

Matériaux et adaptatifs – du comportement mécanique à la commande

ECTS : 8	30 H CM				Fondamentale
----------	---------	--	--	--	--------------

Donner un aperçu sur la modélisation de la résistance ultime des matériaux ; apporter des outils modernes de dimensionnement des structures en présence de fissures macroscopiques ; Apporter des outils modernes sur la modélisation de l'endommagement des matériaux.

Dynamique explicite et contact

ECTS : 8	30 H CM				Fondamentale
----------	---------	--	--	--	--------------

La simulation numérique du comportement au choc de structures ou de procédés de fabrication, par exemple, nécessite généralement la prise en compte du contact entre pièces et/ou de chargements dynamiques transitoires. L'objectif de ce cours est de présenter les méthodes numériques permettant de traiter ces problèmes. L'utilisation du code de calcul ABAQUS en bureaux d'études permettra de mettre en pratique les notions théoriques vues en cours. A l'issue de ce module, les étudiants posséderont les notions de base concernant le calcul numérique en dynamique rapide et la simulation du contact, ce qui leur permettra de s'adapter assez rapidement aux divers codes éléments finis qu'ils pourront être amenés à utiliser dans leur futur métier.

Optimisation

ECTS : 8	30 H CM				Fondamentale
----------	---------	--	--	--	--------------

Savoir formuler des problèmes d'optimisation et d'identification ; Savoir choisir, selon des critères d'efficacité numérique des méthodes d'optimisation sans et avec contraintes, et estimer la qualité de l'optimum obtenu.

PVP

ECTS : 6	36 H CM	36 H TD			Fondamentale
----------	---------	---------	--	--	--------------

Rédaction de CV et de lettres de motivation - Simulation avec caméra d'entretiens d'embauche et d'exposés scientifiques - Rédaction de documents à caractère professionnel - Mises en situation, jeux de rôle, débats - Travail individualisé en laboratoire de langues - Remédiation linguistique selon les besoins (test de positionnement en début de semestre) - Etudes de cas (rentabilité financière d'investissements, établissement d'un budget financier)

Semestre 10

Stage

ECTS : 20					Fondamentale
-----------	--	--	--	--	--------------

Stage dans un laboratoire d'accueil de la formation

Master 2ème année "Physique et Mécanique des Milieux Continus" Spécialité "Hydrodynamique"

Semestre 9

Modélisation numérique

ECTS : 8	30 H CM			Fondamentale
<p>Equations de Navier-Stokes : Volume de contrôle infinitésimal, Dérivée particulière, Interprétation physique de la divergence, Equation de continuité, Equation de quantité de mouvement, Equation d'énergie, Ecoulements incompressibles, Similitudes, Méthodes de résolution. Réduction des équations et applications. Modèles de turbulence statistiques. Méthodes des singularités.</p>				

Turbulence 3D

ECTS : 8	30 H CM			Fondamentale
<p>Phénoménologie de la turbulence 3D dans les fluides homogènes et mise en équation (cascade de Kolmogorov, Echelles de la turbulence et intermittence). Exemples d'écoulements turbulents et modèles de fermeture. Extension aux fluides géophysiques et turbulence 2D (Effet de la rotation sur la turbulence 3D)</p>				

Instabilités hydrodynamiques

ECTS : 8	30 H CM			Fondamentale
<p>Instabilité convective de Rayleigh Bénard, l'instabilité centrifuge de Taylor Couette, l'instabilité de Kelvin Helmholtz et l'instabilité barotrope de Rayleigh. Instabilité barocline linéaire et non linéaire (dans le modèle simple de Phillips).</p>				

PVP

ECTS : 6	36 H CM	36 H TD		Fondamentale
<p>Rédaction de CV et de lettres de motivation - Simulation avec caméra d'entretiens d'embauche et d'exposés scientifiques - Rédaction de documents à caractère professionnel - Mises en situation, jeux de rôle, débats - Travail individualisé en laboratoire de langues - Remédiation linguistique selon les besoins (test de positionnement en début de semestre) - Etudes de cas (rentabilité financière d'investissements, établissement d'un budget financier).</p>				

Parcours Hydrodynamique Navale

Tenue à la mer

ECTS : 8	25 H CM	5 H TD		Optionnelle
<p>Modèles physiques (houles) - Modèles numériques - Limitations des modèles - Modèles linéaires de la tenue à la mer - Cours en anglais (houles en français)</p>				

Parcours Hydrodynamique Physique

Vagues : hydrodynamique et télédétection

ECTS : 8	30 H CM			Optionnelle
<p>Cinématique des ondes libres et techniques de mesure par analyse spectrale, générations et dissipation, quantité de mouvement - énergie et action des vagues, rugosité multi-échelles de la surface et théories des réflexions électromagnétiques sur cette surface.</p>				

Interactions fluide – structure

ECTS : 8	30 H CM			Optionnelle
<p>Formulation du problème d'interaction Fluide - Structure dans le cas de la vibration d'une structure (petits mouvements) en présence d'un fluide. Vibration des coques. Interactions fluide - structure en grande déformation.</p>				

Transferts de quantité de mouvement de chaleur et de masse

ECTS : 8	30 H CM			Optionnelle
<p>Analogie transferts de quantité de mouvement, de chaleur et de masse, en tant que manifestations de la diffusion. Equations générales, couche limite, couche limite thermique, transferts convectifs, transfert de masse, similitude et milieux poreux.</p>				

Résistance, propulsion et manoeuvrabilité

ECTS : 8	25 H CM	5 H TD		Optionnelle
<p>Analyse théorique et numérique et expérimentale et Approche de l'ITTC - Modèles physiques, numériques, approximations diverses. Limitations des modèles - Cours en partie en anglais</p>				

Hydrodynamique sédimentaire

ECTS : 8	25 H CM	5 H TD		Optionnelle
<p>Inventaire des agents physiques et quantification des forçages. Formulation du transport solide (charriage ou suspension) dans le cas des sédiments non cohésifs (sables) et celui des sédiments cohésifs (vases). Techniques de modélisation intégrée des transports de sédiments et études de cas. Notions de morphodynamique : approches basées sur les processus et modèles "comportementaux".</p>				

Semestre 10

Stage

ECTS : 20				Fondamentale	Stage dans un laboratoire d'accueil de la formation
-----------	--	--	--	--------------	---