

Année d'inscription :	M2 Energie-ECF - 2022 / 2028
Responsable pédago :	Ioan SCHNEIDER (M2.ECF@univ-lehavre.fr)

NB : Tous les enseignements sont dispensés en anglais

Semestre 3	UE	Eléments pédagogiques	SYLLABUS	ECTS	Coef	Cours Magistral	Travaux Dirigés	Travaux Pratiques
				7	7			
	UE1 Complex Fluids (Fluides Complexes)	Kinetics of Charged Fluids (Cinétique des fluides chargés)	ENSEIGNANT RESPONSABLE : Ioan SCHNEIDER Email : ioan.schneider@univ-lehavre.fr OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE : The aim of this lecture is to understand the link between the evolution of macroscopic physical quantities – concentration, density, average energy, temperature, etc – characterizing a cold ionized medium and the microscopic ones – energy levels, emission/absorption rate coefficients and collision cross sections/rate coefficients – characterizing the electrons, atoms and molecules in interaction between them and with the electromagnetic fields. DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES ENSEIGNEMENTS : States of atoms and of molecules, and radiative processes involving them. The simplest radiative kinetics. Mechanical description of collisions, collisional cross sections. Applications to the model of rigid spheres and to Coulomb interaction potential. Elements of plasma physics : general properties of plasmas, plasma kinetics theory, Boltzman equation, the equilibrium state, macroscopic transport equation. PRE-REQUIS : Point and rigid mechanics, electricity, electrodynamics, mathematical analysis, linear algebra: level of bachelor in physics or mechanics. REFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES J. A. Bittencourt, Fundamental of Plasma Physics, Springer, 2004 J. Tennyson, Astronomical Spectroscopy, World Scientific, 2005 J. M. Hollas, Spectroscopic, Dunod, 2003 J.-L. Rivall, Eléments de chimie quantique à l'usage des chimistes, EDP Sciences, 1999	3	3	14		
		Electrohydrodynamics (Electrohydrodynamique)	ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE Antoine Meyer Email : antoine.meyer@univ-lehavre.fr INFORMATIONS Sème année, 1er semestre, M2 ENERGY OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE The coupling between fluid mechanics and electromagnetism is introduced and illustrated with various examples. DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES ENSEIGNEMENTS -Forces in a flow with electrostatic field -Forces in a flow with magnetostatic field -Electrokinetics -Magneto-hydrodynamics -Heat transfer in liquid metals PRE-REQUIS Knowledge in fluid mechanics and in electromagnetism. REFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES P.A. Davidson, An introduction to magnetohydrodynamics, Cambridge University Press, 2001 R.E. Rosensweig, Ferrohydrodynamics, Dover, 1997 H.A. Hermann, J.R. Melcher, Electromagnetic Fields and Energy, MIT, 1989	2	2	10	16	
		Microfluidics (Microfluidique)	?	2	2	10	10	
				7	7			
	UE2 Renewable Energy and Turbulence (Energie renouvelable et Turbulence)	Aerodynamics (Aérodynamique)	ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE Antoine Meyer Email : antoine.meyer@univ-lehavre.fr INFORMATIONS Sème année, 1er semestre, M2 ENERGY OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE The various flows of fluids around a surface are studied, together with their resulting impact on the stresses. DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES ENSEIGNEMENTS -Aerodynamic Forces -Boundary Layers -Potential Flows -Kinematics, Betchov Theory -Circulation, Diffusion, Enstrophy -Examples (Rankine, Burgers) PRE-REQUIS Knowledge in fluid mechanics. REFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES E. Guyon, J.-P. Hulin, L. Petit, Hydrodynamique Physique, EDP Science, 2012 M. Fermigier, Hydrodynamique Physique, Dunod, 1999	1	1	12		
		Project of marine energy (Projet d'énergie marine)	MARINE ENERGY ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE Benoît Gaurier Email : benoit.gaurier@ifremer.fr INFORMATIONS 2ème année, 1er semestre, M2 ECF OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE The objective of this course is to provide a general overview of the marine renewable energy sector by answering the following main questions: Why move towards this type of energy production? What are the different systems and how mature are they? How do they work and what are their advantages and disadvantages? DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES ENSEIGNEMENTS -Energy and Society -Ocean Physics -Marine Renewable Energy Technologies -Numerical and Experimental Modelling -Offshore Instrumentation PRE-REQUIS Maths and Physics REFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES https://tethys-engineering.pnnl.gov https://www.oeilenesenergie.fr/observatoire/presentation https://www.emec.org.uk https://www.tudelft.nl/oceanenergy/research https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/offshore-renewable-energy_en https://emodnet.ec.europa.eu/en/map-week—marine-renewable-energy	1	1		12	
		Rotating machineries (Machines tournantes)	Reynolds transport equation – Application to conservation equations (linear and angular momentum) – Turbopumps – Hydraulic turbines Prerequisites: introductory lecture on fluid mechanics. Bibliography: https://www.google.fr/books/edition/Centrifugal_Pumps/hMWQs9Qbt8C?hl=fr&gbpv=1&dq=rotating+machinery+pumps+turbines&printsec=frontcover ; Pumps as Turbines Fundamentals and Applications, A. Caravetta, S. Derakhshan Houch, H. M. Ramos, Springer Int'l	1	1	8	8	
		Turbulence (Turbulence)	ENSEIGNANTS RESPONSABLES Gaëlle Perret & Arnaud Prigent Email : gaelle.perret@univ-lehavre.fr, arnaud.prigent@univ-lehavre.fr INFORMATIONS M2 ECF, 1st semester, CM & TD, UE taught in English OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE The main objective of this lecture is to teach the basics of turbulence theory and modeling. The general case as well as the particular case of rotation with turbulence are considered. DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES ENSEIGNEMENTS I. Basics of turbulence 1. Introduction and how turbulence sets in 2. Phenomenology of turbulence 3. Statistical properties of turbulent flows 4. Turbulent viscosity model and similarity theories 5. Vertical structures and energy dissipation II. Turbulence with rotation 1. Rotating flows 2. Statistics in rotating turbulence 3. Cyclone-anticyclone asymmetry 4. Energy transfer 5. Towards 2D turbulence PRE-REQUIS Fluid mechanics (Graduate level). Knowledge of hydrodynamic instabilities is a plus. REFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES • U. Frisch, Turbulence – The legacy of A.N. Kolmogorov, Cambridge University Press, 1995 • P. Manneville, Instabilités, Chaos et Turbulence, Les éditions de l'Ecole polytechnique, 2004 • S. Pope, Turbulent flows, Cambridge University Press, 2000 • O. Cadot, Introduction à la turbulence – Cours de l'ENSTA – Paris Tech 2A, 2013 https://hal-ensta.archives-ouvertes.fr/cel-01228137 • P.A. Davidson, Turbulence in rotating, stratified and electrically conductive fluids, Cambridge University Press, 2013 • B. Cushman-Roisin and J.M. Beckers, Introduction to Geophysical Dynamics : physical and numerical aspects, Academic Press 2009.	4	4	14	14	
				4	4			

		<p>Année d'inscription : M2 Energie-ECF - 2022 / 2028</p> <p>Responsable pédago : Ioan SCHNEIDER (M2.ECF@univ-lehavre.fr)</p>	
		<p>UE3 Hydrodynamics and transfer in complex media (Hydrodynamique et transferts dans les milieux complexes)</p> <p>Marine hydrodynamics (Hydrodynamique marine)</p> <p>Objective The objective of this course is to acquire the basics of marine hydrodynamics. An important application concerns the consideration of Marine Renewable Energy systems.</p> <p>Contents</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Steady currents alone * flow regimes * velocity distributions 2. Waves alone * Regular waves - linear waves - nonlinear waves - Waves transformation during propagation - Waves breaking * Irregular waves <p>References</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marine Hydrodynamics, Cambridge, The MIT Press, Newman J.N. (2017) • Ocean surface waves: their physics and prediction, World Scientific, S.R. Massel (2018) • Hydrodynamique Marine, Ed. Ellipses, collection Technosphère, Marin F. (2016) 	1 1 6 6
		<p>Acoustic waves in complex media (Ondes acoustiques dans les milieux complexes)</p> <p>Enseignant responsable : Relevé Sainidou, Pascal Rembert</p> <p>Wave equations and solutions in perfect fluid, elastic homogeneous isotropic solids. Reflection/refraction by plane interfaces. Elementary scattering problems in cylindrical and spherical geometries. Plane multilayered slabs : reflection/refraction and notions on 1D phononic crystals (Dispersion relations, Bragg gaps).</p> <p>Prérequis :</p> <ul style="list-style-type: none"> Linear Elasticity, Fluid Mechanics, Waves in Electromagnetism/Optics/Quantum Mechanics. <p>Bibliographie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dieulesaint, D. Royer, Elastic Waves in Solids I & II, Masson or Springer 	2 2 10 12
		<p>Transfer in porous media (Transfert dans les pores)</p> <p>Transfert dans les Milieux Porueux</p> <ul style="list-style-type: none"> - Initiation au logiciel COMSOL - Généralités et définitions (milieu poreux, notion de porosité, saturation,...) - Écoulements en milieu poreux - Diffusion et Dispersion en milieu poreux. <p>L'évaluation porte sur un projet sur COMSOL, exemple de projets:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transfert hydro-thermiques en milieu poreux. - Transport de particules en milieu poreux 	1 1 6 4
		<p>UE4 Engineering Tools 3 (Outils de l'ingénieur 3)</p> <p>Optical Methods and Signal (Méthodes optiques et Signal)</p> <p>ENSEIGNANTS RESPONSABLES Gaëlle Perret & Arnaud Prigent Email : gaelle.perret@univ-lehavre.fr, arnaud.prigent@univ-lehavre.fr</p> <p>INFORMATIONS M2 ECF, 1^{er} semestre, CM & TP. Practical work is carried out in the laboratory using research equipment. UE taught in English.</p> <p>OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE The main objective of this lecture is to teach the basics of optical methods used in fluid mechanics.</p> <p>DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES ENSEIGNEMENTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction • Studied methods <ul style="list-style-type: none"> ◦ Visualization ◦ Shadowgraphy & Schlieren ◦ LDV ◦ PIV & stéréo-PIV ◦ Holography ◦ LIF & TLC • Safety considerations <p>PRE-REQUIS Fluid mechanics (Graduate level).</p> <p>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Van Dyke, An Album of Fluid Motion, 4th edition, The Parabolic Press, 1988 • A. J. Smits, T. T. Lim (Eds.), Flow Visualization Techniques and Examples, Imperial College Press (2012) • M. Gad-el-Hak (Editor), Advances in Fluid Mechanics Measurements, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1989 • Dantec educational resources 	2 2 6 7
		<p>Scientific Software (Logiciels de calcul scientifique)</p> <p>ENSEIGNANTS RESPONSABLES Enzo MASCIERI et Marc-Amaury DUFOUR Email : enzo.mascrier@univ-lehavre.fr et marc-amaury.dufour@univ-lehavre.fr</p> <p>OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE L'objectif de cet enseignement est d'acquérir une autonomie sur l'utilisation de deux solveurs fluides : OpenFoam et Ansys Fluent. Le but est de transmettre aux étudiants un regard critique sur les résultats obtenus.</p> <p>DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES ENSEIGNEMENTS</p> <p>1)OpenFoam Ce cours introduit à OpenFOAM explore l'écosystème de ce logiciel de simulation en dynamique des fluides. Il couvre la structure des cas OpenFOAM, la préparation de la géométrie et la génération de maillages, tout en se concentrant sur la compréhension des paramètres de simulation tels que les conditions aux limites et l'initialisation. Les étudiants apprennent également à exécuter des simulations en utilisant différents solveurs OpenFOAM, à analyser les résultats à l'aide de ParaView et à interpréter ces résultats pour des applications spécifiques en mécanique des fluides.</p> <p>2) Ansys Fluent Etude des écoulements suivants : tuyaux courbés avec transfert thermique, plaque plane avec transfert thermique, profil d'aile, cylindre 2D, voiture (avec réalisation du maillage sur ICEM).</p> <p>PRE-REQUIS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Connaissances de base en mécanique des fluides : Navier-Stokes, Bernoulli... -Compréhension de base de résolution de schémas numériques. <p>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (liens consultés le 24/10/2023)</p> <ul style="list-style-type: none"> M. Marion, R. Temam, Navier-Stokes equations : theory and approximation. Handbook of numerical analysis, Vol. VI, 503–688, North-Holland, Amsterdam, 1998 Cours donné à l'Université de Lorraine : http://scheid.perso.math.cnrs.fr/Enseignement/polyNS2017_18.pdf Projet étudiant INSA Rouen sur résolution numérique élémentaire de Navier-Stokes : https://moodle.insa-rouen.fr/pluginfile.php/29733/mod_folder/content/0/Rapport_P6-3_2012_39.pdf 1)OpenFoam Guide de l'utilisateur : https://cfd.direct/openfoam/user-guide/ Forum des développeurs : https://www.cfd-online.com/Forums/openfoam/ Site Web du développeur : https://hotzmann-cfd.com/en/online-material#trainingCases YouTube : József Nagy - Tutoriels mis à jour 2) Ansys Fluent https://www.ansys.com/resource-center#ResourceCenterTab&sort=relevancy&numberOfResults=50&@products={Fluent}&@resourceType=[White%20Paper,Teaching%20Package,Technical%20Paper] 	2 2 18
		<p>UES Humanities + professional insertion (Humanités + Insertion professionnelle)</p> <p>English/French (Anglais/Français)</p> <p>Enseignante : Jacqueline CHARLES-RAULT</p> <p>Informations Master, 2^{ème} année, semestre 1 et 2</p> <p>Objectifs d'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Comprendre des textes longs et exigeants et saisir des significations implicites -S'exprimer spontanément et couramment sans trop devoir chercher ses mots -Utiliser la langue de façon efficace et couple dans la vie sociale, professionnelle ou académique -S'exprimer sur des sujets complexes de façon claire et bien structurée et manifester son contrôle des outils linguistiques d'organisation, d'articulation et de cohésion du discours <p>Description Synthétique des Enseignements</p> <ul style="list-style-type: none"> -Introduction du vocabulaire professionnel -Apprentissage du monde professionnel, entretien du travail, écrire un CV en Anglais, une lettre de motivation etc. -Révision de la grammaire anglaise -Discussion en groupe -Savoir prendre la parole devant la classe -Remise à niveau à l'oreille et écriture -Préparation du test TOEIC <p>Prérequis Niveau B2-C1</p> <p>Références Bibliographiques</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tamzen Amer, Cambridge English for Scientists, Cambridge, 2011 -Clare West, Recycle your English, Georgian Press, 2006 -Colin Downes, Job-Hunting, Cambridge, 2008 -Janet Schifley, Speaking, Collins, 2010 -Paul Dummett, Energy English, Superstar Publishing, 2010 -Les Guides Officiels du test Toefic, ETS Toefic, 2018 -Le Bible Officielle du Test Toefic, ETS Toefic, 2018 	8 8
		<p>Tutored project (Projet tutoré)</p> <p>•</p>	2 10 10
Total semestre 3 (pour un étudiant)		<p>•</p> <p>•</p>	6 106 102 43

		Année d'inscription : M2 Energie-ECF - 2022 / 2028	Responsable pédago : Ioan SCHNEIDER (M2.ECF@univ-lehavre.fr)									
Semestre 4	UE	Eléments pédagogiques	Description Synthétique des Enseignements		Coeff	Cours Magistral	Travaux Dirigés	Travaux Pratiques				
UE6 Humanities (Humanités)	Advanced English (TOEIC)/French (Anglais avancé (TOEIC) / Français)	•	Enseignante : Jacqueline CHARLES-RAULT Informations Master, 2ème année, semestre 1 et 2 Objectifs d'apprentissage : -Comprendre des textes longs et exigeants et saisir des significations implicites -S'exprimer spontanément et couramment sans trop devoir chercher ses mots -Utiliser la langue de façon efficace et souple dans la vie sociale, professionnelle ou académique -S'exprimer sur des sujets complexes de façon claire et bien structurée et manifester son contrôle des outils linguistiques d'organisation, d'articulation et de cohésion du discours Description Synthétique des Enseignements -Introduction du vocabulaire professionnel Apprentissage du monde professionnel, entretien du travail, écrire un CV en Anglais, une lettre de motivation etc. -Révision de la grammaire anglaise -Discussion en groupe -Savoir prendre la parole devant la classe -Remise à niveau à l'orale et écrite -Préparation du test TOEIC Prérequis Niveau B2-C1 Référencées Bibliographiques -Tamzen Amer, Cambridge English for Scientists, Cambridge, 2011 -Clare West, Recycle your English, Georgian Press, 2006 -Colm Downes, Job-Hunting, Cambridge, 2008 -James Schofield, Speaking, Collins, 2011 -Paul Dummett, Energy English, Summertown Publishing, 2010 -Les Guides Officiels du test Toeic, ETS Toeic, 2018 -Le Bible Officielle du Test Toeic, ETS Toeic, 2018		Introduction du vocabulaire professionnel	10						
		•	NUCLEAR ENERGY ENSEIGNANTE(E) RESPONSABLE Cédric Laville Email : cedric.laville@westinghouse.com INFORMATIONS OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE L'objectif de cet enseignement est d'acquérir les connaissances de base relative à la production d'énergie électronucléaire (notamment en France) et sa place dans le mix énergétique. DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES ENSEIGNEMENTS L'industrie électronucléaire dans le mix énergétique : les réacteurs nucléaires Un peu d'histoire du nucléaire Quelques rappels sur la radioactivité De la fission nucléaire à l'électricité La sûreté des installations nucléaires Le cycle du combustible PRE-REQUIS Connaissance de base en physique niveau universitaire REFFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie-2022/ Le nucléaire expliqué par les Physiciens, Livre collectif sous la direction de Paul Bonche, EDP Sciences, 2002 ou 2012 Eléments de sûreté nucléaire – Les réacteurs à eau sous pression, EDP Sciences, 2021									
		•	Energy sources: economical and legal aspects (Sources d'Energie : aspects économiques & juridiques) ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE Benoit Gaurier Email : benoit.gaurier@i-remer.fr INFORMATIONS 2ème année, 1er semestre, M2 ECF OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE The objective of this course is to acquire a methodology for the design and the economic analysis of a power plant of marine renewable energy converters DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES ENSEIGNEMENTS -Operation and Maintenance Strategy -Marine Energy Converter Design and Analysis -Environmental Compliance -Manufacturing and Deployment Strategy -Calculation of CAPEX, OPEX, Annual Energy Production and LCOE PRE-REQUIS Maths and Physics REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES https://en.wikipedia.org/wiki/Levelized_cost_of_energy https://energyeducation.ca/encyclopedia/Levelized_cost_of_energy https://www.iea.org/reports/projected-costs-of-generating-electricity-2020 https://www.nrel.gov/analysis/tech-lcoe.html https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/finance/levelized-cost-of-energy-lcoe/ https://www.nrel.gov/analysis/crest.html									
		Company organization (Connaissance de l'entreprise)	?		Discussion en groupe	1	10					
		Project (Projet)	•		Savoir prendre la parole devant la classe	5	10					
	UE7 Internship (Stage)	•			Remise à niveau à l'orale et écrite	20						
		Internship 4 to 6 months (Stage de 4 à 6 mois; mobilité possible et encouragée)	•		Préparation du test TOEIC	20						
Total semestre 4 (pour un étudiant)						40	25	0				
Total M2 EFC		Niveau B2-C1				146	127	43				

Conditions de validation de l'année :	Référencées Bibliographiques
L'année de formation est validée lorsque la moyenne des deux semestres est supérieure ou égale à 10/20.	Tamzen Amer, Cambridge English for Scientists, Cambridge, 2011 Clare West, Recycle your English, Georgian Press, 2006 Colm Downes, Job-Hunting, Cambridge, 2008 James Schofield, Speaking, Collins, 2011 rgy English, Summertown Publishing, 2010 Les Guides Officiels du test Toeic, ETS Toeic, 2018 Le Bible Officielle du Test Toeic, ETS Toeic, 2018
Toute note d'UE est compensable avec les autres UE du semestre.	
La moyenne d'un semestre inférieur à 8/20 ne permet pas la validation de l'année, et ce quel que soit.	