

## Information générale

<b>Objectifs</b>	Former des ingénieurs calcul de haut niveau et spécialistes des comportements non-linéaire : flambement (non linéarité géométrique), plasticité, endommagement, fatigue (non linéarité matérielle). La prise en compte de ces phénomènes permet de réaliser des produits industriels parfaitement optimisés en terme de fiabilité et durée de vie et donc compétitifs.
<b>Responsable(s)</b>	FRANCOIS MARC CHEVREUIL PLESSIS MATHILDE
<b>Mention(s) incluant ce parcours</b>	master Mécanique
<b>Lieu d'enseignement</b>	La majorité des cours est dispensée sur le campus de la Faculté des Sciences de Nantes. Les cours des modules mutualisés avec l'Ecole Centrale de Nantes peuvent être dispensés sur la campus de celle-ci, distant de 2 km.
<b>Langues / mobilité internationale</b>	Un module est dispensé en anglais. Un cours d'anglais spécifique est dispensé. Des étudiants vont régulièrement en stage à l'étranger, principalement en Europe .
<b>Stage / alternance</b>	Au premier semestre du Master 2 a lieu un projet numérique qui dure environ deux mois. Il s'agit d'un projet tutoré généralement réalisé au sein de l'Université. Le stage (au second semestre) dure au minimum 4 mois et au maximum 6, conformément aux règles européennes. Conformément à la loi Française, il est donc rémunéré. L'alternance recouvre le projet, le stage et les vacances universitaires. Durant ces période les étudiants sont en entreprise et leurs travaux sont exposés deux fois, ces deux présentations étant synchrones avec celles des projets et des stages des non alternants. Les étudiants alternants sont rémunérés par l'entreprise.
<b>Poursuite d'études / débouchés</b>	Environ 25% des étudiants réalisent ensuite un doctorat de Mécanique. Les autres se destinent à des carrières d'ingénieur calcul dans des entreprises de tailles diverses allant de la PME à la multinationale. Les entreprises sont principalement dans la région des Pays de la Loire. Environ 50% de ces emplois sont spécialisés dans des domaines spécifiques du master (fiabilité, non linéarités...).
<b>Autres renseignements</b>	Ce parcours est un de ceux proposés par le Master de Mécanique co-accrédité par la Faculté des Sciences de Nantes et l'École Centrale de Nantes.
<b>Conditions d'obtention de l'année</b>	L'obtention du diplôme est assujetti aux règles européennes (moyenne sur l'année, compensation entre les UE) sauf qu'il n'y a pas de compensation entre les semestres, c'est-à-dire que la moyenne (10/20) est exigée au S1 comme au S2.

# Programme

1 <sup>er</sup> SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CI	TD	TP	Distanciel	Total
<b>Groupe d'UE : calcul de structure (9 ECTS)</b>								
Hyperélasticité (X3PM010)	913 18 MA 3 PHY UE 640	2	12	0	16	0	0	28
Dynamique non linéaire (X3PM020)	913 18 MA 3 PHY UE 802	3	12	0	12	4	4	32
TP Calcul de Structure (X3PM030)	913 18 MA 3 PHY UE 803	4	12	0	0	48	4	64
<b>Groupe d'UE : anélasticité (4 ECTS)</b>								
Anisotropie et composites (X3PM040)	913 18 MA 3 PHY UE 805	2	20	0	4	4	4	32
Viscosité et plasticité (X3PM090)	913 18 MA 3 PHY UE 806	2	14	0	12	4	2	32
<b>Groupe d'UE : mécanique probabiliste (3 ECTS)</b>								
Numerical methods for uncertainty quantification (X3PM060)	913 18 MA 3 PHY UE 809	3	16	0	12	0	4	32
<b>Groupe d'UE : Anglais (2 ECTS)</b>								
Anglais (X3PM070)	913 18 MA 3 LA UE 2089	2	0	0	12	0	6	18
<b>Groupe d'UE : UE Libres (0 ECTS)</b>								
Méthode des éléments finis (X2MC040)	913 18 MA 2 MA UE 572	0	28	0	28	0	8	64
Préparation au toeic (X3LA010)	913 18 MA 3 LA UE 1950	0	0	0	0	0	0	0
<b>Groupe d'UE : Projets numériques (4 ECTS)</b>								
Projets numériques (X3PM080)	913 18 MA 3 PHY UE 816	4	0	0	0	0	0	0
<b>Groupe d'UE : UE optionnelles - 3 à choisir (6 ECTS)</b>								
Endommagement, fatigue et rupture (X3PM050)	913 18 MA 3 PHY UE 808	2	14	0	12	0	4	30
Couplages fluides-structures (X3PM100)	913 18 MA 3 PHY UE 811	2	8	0	8	12	2	30
Management à Visée Innovante et Entrepreneuriale (X1LI010)	913 18 MA 1 CLI UE 1429	2	18	0	0	0	7	25
Flambement (X3PM110)	913 18 MA 3 PHY UE 801	2	12	0	16	0	0	28
<b>Groupe d'UE : Couplages multiphysiques (2 ECTS)</b>								
Couplages (X3PM120)	913 18 MA 3 PHY UE 810	2	12	0	12	0	0	24
<b>Total</b>		30						

2 <sup>ème</sup> SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CI	TD	TP	Distanciel	Total
<b>Groupe d'UE : Expérience professionnelle : 1 UE au choix (30 ECTS)</b>								
Stage (X4PM010)	913 18 MA 4 PHY UE 817	30	0	0	0	0	0	0
Périodes de formation alternées en milieu pro. (X4PM020)	913 18 MA 4 PHY UE 2160	30	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>		30						



X3LA010 Préparation au toEIC	Nb d'ECTS	0							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	

X3PM080 Projets numériques	Nb d'ECTS	4							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	2	0	2	0	0	0	4	
	2	2	0	2	0	0	0	4	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	2	0	2	0	0	0	4	
	2	2	0	2	0	0	0	4	

Pour les étudiants alternants, le projet numérique correspond à la première partie de leur alternance. Ils sont évalués selon les mêmes modalités et à la même date que les autres étudiants.

X3PM050 Endommagement, fatigue et rupture	Nb d'ECTS	2							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	2	0	0	0	0	0	2	
	2	1	0	0	0	0	1	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	2	0	0	2	
	2	0	0	0	0	0	2	2	

X3PM100 Couplages fluides-structures	Nb d'ECTS	2							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	1.33	0.67	0	0	0	0	2	
	2	0.5	0.5	0	0	0	1	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	1.33	0.67	0	2	
	2	0	0	0	0	0	2	2	

X1LI010 Management à Visée Innovante et Entrepreneuriale	Nb d'ECTS	2							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	1	0	1	0	0	0	2	
	2	0	0	0	2	0	0	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	1	0	1	2	
	2	0	0	0	2	0	0	2	

X3PM110 Flambement	Nb d'ECTS	2							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	2	0	0	0	0	0	2	
	2	0.5	0	0	0	0	1.5	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	2	0	0	2	
	2	0	0	0	0	0	2	2	

X3PM120 Couplages	Nb d'ECTS	2							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	1	1	0	0	0	0	2	
	2	0.5	0.5	0	0	0	1	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	1	1	0	2	
	2	0	0	0	0	0	2	2	

X4PM010 Stage	Nb d'ECTS	30							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	10	10	10	0	0	0	30	
	2	10	10	10	0	0	0	30	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	

Pas de dispense d'assiduité

X4PM020 Périodes de formation alternées en milieu pro.	Nb d'ECTS	30							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	10	10	10	0	0	0	30	
	2	10	10	10	0	0	0	30	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	
Pour les étudiants alternants, le stage correspond à la seconde partie de leur alternance. Ils sont évalués selon les mêmes modalités et à la même date que les autres étudiants.									

## Description des UE

913 18 MA 3 PHY UE 640	Hyperélasticité (X3PM010)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Hyperélasticité (X3PM010)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Faculté des Sciences de Nantes
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	LE VAN ANH
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	913 17 MA 1 PHY UE 888 Mécanique des milieux continus
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cette UE, l'étudiant acquiert les connaissances et les compétences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avoir de connaissances supplémentaires en mécanique des milieux continus, en particulier le tenseur des déformations d'Almansi, la décomposition polaire du tenseur gradient de transformation et les tenseurs de contraintes de Piola-Kirchhoff de première et de seconde espèce.</li> <li>• Connaître les lois de comportement d'un matériau hyperélastique général, sous formes lagrangienne et eulérienne.</li> <li>• Connaître les lois de comportement d'un matériau hyperélastique isotrope, en base quelconque ou en base principale.</li> <li>• Connaître les lois de comportement d'un matériau incompressible, isotope ou non, en base quelconque ou en base principale.</li> <li>• Savoir établir la formulation faible du problème en variables lagrangiennes. Savoir discrétiser la formulation faible. Obtenir l'équation matricielle non linéaire. Résoudre par l'algorithme de Newton-Raphson. Calculer la matrice tangente. Linéariser l'équation matricielle de mouvement. Obtenir les matrices tangentes élastique et géométrique.</li> </ul>

Contenu	<p><i>Attention, ce programme sera réduit en fonction de la réduction horaire subie dans la nouvelle accréditation.</i></p> <p><b>Chapitre 1 - Rappels de la Mécanique des Milieux Continus</b></p> <p>I. Cinématique</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Description lagrangienne de la cinématique</li> <li>2. Description eulérienne</li> <li>3. Décomposition polaire</li> </ol> <p>II. Cinétique</p> <p>III. Sthénique</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Description eulérienne de la contrainte</li> <li>2. Description mixte</li> <li>3. Description lagrangienne</li> </ol> <p><b>Chapitre 2 - Lois de comportement en hyperélasticité</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Généralités sur les lois de comportement</li> <li>2. Premier et second principes de la thermodynamique <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Forme eulérienne</li> <li>2.2. Forme lagrangienne</li> </ol> </li> <li>3. Loi de comportement d'un matériau hyperélastique <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Forme lagrangienne objective</li> <li>3.2. Forme eulérienne</li> </ol> </li> <li>4. Bilan en élasticité non linéaire</li> </ol> <p><b>Chapitre 3 - Matériaux hyperélastiques isotropes</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Symétries matérielles - Isotropies</li> <li>2. Loi de comportement hyperélastique isotrope <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Forme lagrangienne</li> <li>2.2. Forme eulérienne</li> </ol> </li> <li>3. Hyperélasticité isotrope en base principale</li> </ol> <p><b>Chapitre 4 - Matériaux hyperélastiques incompressibles</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loi de comportement hyperélastique incompressible <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Forme lagrangienne</li> <li>1.2. Forme eulérienne</li> </ol> </li> <li>2. Cas du matériau isotrope <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Forme lagrangienne</li> <li>2.2. Forme eulérienne</li> <li>2.3. Résultats en base principale</li> </ol> </li> </ol> <p><b>Chapitre 5 - Mise en œuvre numérique par la formulation lagrangienne totale</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulation forte et formulation faible du problème</li> <li>2. Discrétisation de la formulation faible - Equation matricielle non linéaire</li> <li>3. Résolution par Newton-Raphson</li> <li>4. Matrice tangente</li> <li>5. Linéarisation de l'équation matricielle de mouvement. Matrices tangentes élastique et géométrique</li> </ol>	
	Méthodes d'enseignement	Classique.
	Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 28h Répartition : <b>CM</b> : 12h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 16h <b>CI</b> : 0h
	Enseignement à distance	non
	Bibliographie	

<b>913 18 MA 3 PHY UE 802</b>	<b>Dynamique non linéaire (X3PM020)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Dynamique non linéaire (X3PM020)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Faculté des Sciences de Nantes
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	BOUZIDI RABAH
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	

Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette UE, l'étudiant : Formule un problème de structure de barres en Grandes transformations. Formule un problème de poutre avec cisaillement en grandes transformations. Maîtrise les techniques de contrôle du chargement : en déplacements, en forces, en longueur d'arc. Maîtrise et programme les techniques numériques de résolution des problèmes non linéaires telle que la méthode de Newton-Raphson. Maîtrise et programme les techniques d'intégration temporelle en dynamique non linéaire : méthode de Newmark.
Contenu	Calcul statique des structures non linéaires, techniques de contrôle du chargement par chargement imposé ou longueur d'arc. Schéma d'intégration du problème non-linéaire par la méthode des itérations linéaires. Schémas d'intégration en temps. Méthode d'Euler, Méthode de Newmark.
Méthodes d'enseignement	Classique + poly.
Volume horaire total	<b>TOTAL : 28h Répartition : CM : 12h TP : 4h TD : 12h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	

<b>913 18 MA 3 PHY UE 803</b>	<b>TP Calcul de Structure (X3PM030)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	TP Calcul de Structure (X3PM030)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Faculté des Sciences de Nantes
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	LECIEUX YANN
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de l'UE L'étudiant sait modéliser en autonomie une structure quelconque avec un logiciel EF. Il sait choisir en autonomie le type d'analyse pertinente à effectuer sur cette structure au regard de la problématique à laquelle il est confronté. Il sait conduire en autonomie un calcul, statique ou dynamique, linéaire ou non linéaire avec un code de calcul commercial. Il sait analyser en autonomie les résultats de ses calculs, en évaluer la véracité et en tirer des enseignements pour l'optimisation des composants mécaniques qu'il a calculé.



Contenu	<p><b>ADINA</b></p> <p><b>Séance 1 : prise en main du logiciel.</b> Tutoriel, présentation du logiciel ADINA. Comment modéliser un problème réel avec un logiciel de calcul EF ? Quelles simplifications, Quelles hypothèses ?</p> <p><b>Séance 2 : modélisation 2D, CP, DP, modélisation axisymétrique.</b> Discussion autour des hypothèses. Comparaison analytique numérique pour des modèles simples (Réservoir cylindrique, réservoir sphérique)</p> <p><b>Séance 3 : analyse modale.</b> Présentation de l'intérêt de ce type d'étude. Comparaison d'une étude EF sur MATLAB et sur ADINA à travers un cas simple : une barre en vibration. Etude des modes de vibration d'une barre, d'une poutre, d'une plaque et d'un pont à haubans. Discussion autour de la modélisation du pont.</p> <p><b>Séances 4 et 5 : dynamique transitoire</b> Présentation des schémas d'intégration temporelle (implicite et explicite). Programmation du schéma de Newmark sur Matlab. Explication des paramètres à renseigner dans ADINA. Modélisation d'un impact sur une poutre et sur une plaque.</p> <p><b>Séance 6 : plasticité</b> Discussion autour de la nature des non-linéarités dans un problème de mécanique. Présentation des techniques de résolution de problèmes présentant des non linéarités « matérielles ». Programmation de l'algorithme de Newton-Raphson sur Matlab. Présentation de la conduite d'un calcul non linéaire avec ADINA. Comparaison des résultats obtenus avec ADINA et MATLAB lors de l'étude d'une structure à deux barres. Etude d'un cylindre en pression avec plastification de la paroi. Deux écrouissages sont testés (isotrope et cinématique). Etude optionnelle : Simulation d'un essai de traction sur une éprouvette en aluminium à partir de données expérimentales.</p> <p><b>Séance 7 : grandes transformations</b> Présentation des techniques de résolution de problèmes présentant des non linéarités « géométrique ». Résolution avec Matlab d'un problème de type « cantilever beam ». Etude d'un câble chargé en son centre. Comparaison avec la solution analytique. Etude d'un cas test du code ASTER : un câble électrique soumis à une charge répartie. Discussion autour de la conduite de ce type de calcul avec ADINA.</p> <p><b>Séance 8 : flambement</b> Introduction de la notion de flambement à travers l'étude d'un système de barres et de ressorts de torsions à deux degrés de liberté. Tracé de la surface de réponse sur MATLAB et linéarisation de celle-ci. Détection des points de bifurcation et introduction du concept d'analyse linéarisée des modes de flambement. Etude des modes de flambement du portique de Roorda.</p> <p><b>Séance 9 : projet, vérification du dimensionnement d'une bielle et optimisation de sa géométrie.</b></p> <p><b>CATIA</b></p> <p><b>Séance 1 : paramètres</b> Dessin d'une pièce complexe puis création de paramètres pour en piloter la géométrie. Création d'un lien vers un fichier de paramètres extérieurs puis création d'un catalogue de pièce</p> <p><b>Séance 2 : modélisation avec le module surfacique.</b> Présentation de l'intérêt de la modélisation surfacique en EF. Initiation à la modélisation surfacique sur CATIA. Enregistrement dans un format neutre et export vers un logiciel de calcul EF</p> <p><b>Séance 3 : optimisation de la géométrie d'une bielle.</b> Présentation de l'atelier de calcul de structure de CATIA. Présentation du module d'optimisation non linéaire. Utilisation des deux modules séparément puis ensemble à travers l'optimisation de la géométrie d'une bielle soumise à des sollicitations mécaniques.</p> <p><b>Séance 4 : optimisation de la géométrie du corps d'épreuve d'un capteur de force</b> Présentation du fonctionnement d'un capteur de force et du modèle analytique associé. Modélisation du comportement d'un capteur « commercial ». Optimisation de la géométrie de ce capteur en s'appuyant sur le modèle analytique précédemment introduit. Simulation des performances de la géométrie de ce nouveau capteur.</p>
Méthodes d'enseignement	Cours en début de séance pour introduire les notions théoriques, algorithmes et procédures de calculs DesTP, pour la programmation des algorithmes et la modélisation des problèmes par éléments finis. Un projet encadré en séance
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 60h Répartition : <b>CM</b> : 12h <b>TP</b> : 48h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	Finite Element Procedures Klaus -Jürgen Bathe

913 18 MA 3 PHY UE 805	<b>Anisotropie et composites (X3PM040)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Anisotropie et composites (X3PM040)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Faculté des Sciences de Nantes

Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	FRANCOIS MARC
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	m1 mfs uef3 Mécanique des milieux continus 913 17 MA 1 PHY UE 888 mfs uef14 - Composites stratifiés - 913 17 MA 2 PHY UE 1355 mfs uef11 Calcul des structures par éléments finis 913 17 MA 2 PHY UE 930
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette UE, l'étudiant : <ul style="list-style-type: none"> <li>• calcule un problème mécanique 3D à l'aide de bases tensorielles adaptées</li> <li>• résout un problème d'élasticité anisotrope analytique ou numérique</li> <li>• effectue des calculs d'homogénéisation thermo-mécanique pour les composites à fibres longues par méthode d'homogénéisation périodique et courtes par méthode d'Eshelby</li> <li>• calcule et identifie l'endommagement et le vieillissement des composites</li> </ul>
Contenu	Rappels sur le calcul vectoriel. Coordonnées co et contra variantes (initiation). Tenseurs du second ordre : géométrie, algèbre, invariants. Bases des tenseurs du second ordre : base canonique, base canonique des tenseurs symétriques, base orthonormée générique. Tenseurs d'élasticité du quatrième ordre. Expression dans les bases canoniques, base canonique des tenseurs symétriques, base orthonormée générique. Projecteurs du 4e ordre et décomposition de Kelvin. Inversion du tenseur d'élasticité. Classes de symétrie du tenseur d'élasticité. Homogénéisation des composites à fibres courtes par méthode d'Eshelby. Calcul d'homogénéisation périodique mécanique et thermomécanique des composites à fibres longues. Bornes de Voigt et Reuss en 3D. Mécanismes et mécanique de l'endommagement des composites. Mécanismes et mécanique du vieillissement des composites. TP d'homogénéisation périodique
Méthodes d'enseignement	Semi- inverse : cours à lire à la maison, rappels et TD en salle.
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 28h Répartition : <b>CM</b> : 20h <b>TP</b> : 4h <b>TD</b> : 4h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	Les tenseurs en mécanique et en élasticité, Léon Brillouin, Masson, 1960. Le calcul tensoriel, André Delachet, Que sais-je N°1336. Initiation progressive au calcul tensoriel, Claude Jeanperrin, Ellipses, 1999. Champs de vecteurs et de tenseurs, E. Bauer, Masson, Paris, 1955. Le calcul tensoriel en physique, J. Hladik, Masson, 1993. Le calcul vectoriel en physique, J. Hladik, Ellipses, 1993. Les tenseurs, Wikipedia. Ondes élastiques dans les solides, Dieulesaint et Royer, Masson, 1974 Cours en ligne : Ecole d'été MatSyMat

<b>913 18 MA 3 PHY UE 806</b>	<b>Viscosité et plasticité (X3PM090)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Viscosité et plasticité (X3PM090)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Faculté des Sciences de Nantes
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	FRANCOIS MARC
<b>Place de l'enseignement</b>	

Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	913 17 MA 1 PHY UE 888 Mécanique des milieux continus 913 17 LG 2 PHY UE 892 ou 913 17 LG 6 PHY UE 569 Thermodynamique classique 913 17 MA 2 PHY UE 941 Plasticité des structures 913 17 MA 2 PHY UE 938 Science des matériaux 913 17 LG 6 PHY UE 1056 Comportement mécanique des matériaux
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 CMI-ICM, M2 CMI-ICM, M2 Mécanique et Fiabilité des Structures
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette UE, l'étudiant : <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifie la formulation thermodynamique de ces processus irréversibles à variables internes</li> <li>• calcule l'apparition de la localisation</li> <li>• résout analytiquement un problème d'élasto-plasticité 3D simple</li> <li>• met en œuvre un code de calcul pour un processus irréversible</li> </ul>
Contenu	Thermodynamique des processus irréversibles. Matériaux standard associés. Équation de la chaleur généralisée. Viscoélasticité linéaire : fluage et relaxation, résolution par transformée de Laplace-Carson. Plasticité : modèles phénoménologiques, modèles cinématique linéaire, non linéaire, isotropes et combinés, énergies stockées et dissipées, condition de localisation de Mandel et Rice. Viscoplasticité et fluage. Méthodes d'intégration numérique : retour radial, theta-méthode. TP numérique de calcul élasto-plastique.
Méthodes d'enseignement	Cours à lire à la maison, compléments et TD en salle.
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 30h Répartition : <b>CM</b> : 14h <b>TP</b> : 4h <b>TD</b> : 12h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (2h)
Bibliographie	J. Salençon, Viscoélasticité pour le calcul des structures, Ed. de l'École Polytechnique, 2009 : <a href="http://www.editions.polytechnique.fr/files/pdf/EXT_1557_2.pdf">http://www.editions.polytechnique.fr/files/pdf/EXT_1557_2.pdf</a> J. Lemaitre et J.L. Chaboche, Mécanique des matériaux solides, Dunod, 1988. Lemaitre, J. A course on damage mechanics, Springer, 1996. A. Zaoui, Comportement Mécanique des Matériaux, Chapitre 3, Ed. Hermes, 1991. F. Sidoroff, Cours : <a href="http://sitasido.ec-lyon.fr/accueil.ph">http://sitasido.ec-lyon.fr/accueil.ph</a>

<b>913 18 MA 3 PHY UE 809</b>	<b>Numerical methods for uncertainty quantification (X3PM060)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Numerical methods for uncertainty quantification (X3PM060)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	Fac de Nantes et Ecole Centrale de Nantes
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	CHEVREUIL PLESSIS MATHILDE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM, M2 Reliability based structural MAintenance for marine REnewable ENERGY (MAREENE)
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de l'UE, l'étudiant est capable de : <ul style="list-style-type: none"> <li>- modéliser les entrées d'un modèle physique en fonction des données du problème,</li> <li>- estimer par simulation une quantité d'intérêt post-traitée de la sortie du modèle physique (moyenne, variance, probabilité de dépassement de seuil, indice de sensibilité),</li> <li>- construire un méta-modèle d'une variable d'intérêt à partir d'observations de celle-ci,</li> <li>- estimer l'erreur du méta-modèle,</li> <li>- utiliser le ou les méta-modèles pour l'estimation de quantités statistiques.</li> </ul>

Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelling of random variables: parametric and non-parametric modeling, discretization of a random variable (sampling, polynomial approximation), identification of a random variable, error and bias estimation</li> <li>- Simulation: Monte Carlo simulation and variance reduction techniques for Monte Carlo methods (importance sampling, control variates, antithetic variables, low discrepancy sequences ...)</li> <li>- Meta-models: projection methods, statistical learning methods (Krigging, Kernel methods, least squares methods, cross validation)</li> <li>- Sensitivity analysis</li> </ul> Practical sessions and projects on Matlab (using a dedicated Approximation toolbox), OpenTurns and 'R'.
Méthodes d'enseignement	Cours/TD TP numériques (Matlab, OpenTurns, R) Etude du comportement des méthodes numérique + Etude de cas Projets : présentation orale façon cours, évaluation par les pairs et par l'équipe pédagogique
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 28h Répartition : <b>CM</b> : 16h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 12h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	T Hastie, R Tibshirani and J Friedman, "The elements of Statistical Learning. Data mining, inference, and prediction". Springer, second edition, 2001

913 18 MA 3 LA UE 2089	Anglais (X3PM070)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Anglais (X3PM070)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	VINCENT EMMANUEL
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	Aucune
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable de : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Développer sa connaissance de la terminologie liée à son domaine de spécialité</li> <li>2. Présenter et d'expliquer une publication scientifique, un travail de recherche ou une thématique du domaine de spécialité, ainsi que d'argumenter lors d'une discussion scientifique. Les présentations devront être conformes à la communication attendue dans un cadre scientifique ou institutionnel. Les présentations seront faites avec un minimum de recours aux notes, et dans un anglais clair et phonologiquement correct.</li> </ol>
Contenu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Développement du vocabulaire scientifique de spécialité</li> <li>2. Analyse de textes scientifiques de spécialité</li> <li>3. Analyse de documents audio ou video</li> <li>4. Pratique de l'oral en contexte</li> </ol>
Méthodes d'enseignement	Enseignement en présentiel
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 12h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 12h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (6h)
Bibliographie	

913 18 MA 2 MA UE 572	Méthode des éléments finis (X2MC040)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Méthode des éléments finis (X2MC040)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	2
Responsable de l'unité d'enseignement	MATHIS HELENE CARMONA PHILIPPE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cette Unité d'Enseignement, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecrit la formulation variationnelle à un problème aux limites donné</li> <li>• Démontre l'existence et l'unicité à la formulation variationnelle en appliquant le théorème de Lax-Milgram</li> <li>• Met en œuvre une méthode d'éléments finis P1 et P2 pour un problème aux limites 1D</li> <li>• Implémente des méthodes d'intégration numérique et de résolution de systèmes linéaires directes ou itératives (y compris pour les matrices creuses)</li> </ul>
Contenu	<p>Rappels d'analyse fonctionnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• espaces de Sobolev, distributions, conditions aux limites</li> <li>• formulation variationnelle</li> </ul> <p>Méthode de Galerkin et éléments finis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• théorèmes fondamentaux (Lax-Milgram, Aubin-Nietsche, Strang...)</li> <li>• définition d'un élément fini, exemples: éléments P1, P2, P3-Hermite (1D et 2D)</li> <li>• lien et différence avec les différences finies en 1D</li> </ul> <p>Implémentation pratique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• exemples complets en 1D</li> <li>• techniques d'implémentation de la méthode des éléments finis (y compris gestion des matrices creuses)</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 56h Répartition : <b>CM</b> : 28h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 28h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (8h)
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Allaire, Analyse numérique et optimisation, Ellipses, 2005.</li> <li>• P.-A. Raviart, J.-M. Thomas, Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, Dunod, 1998.</li> </ul>

913 18 MA 3 LA UE 1950	Préparation au toeic (X3LA010)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Préparation au toeic (X3LA010)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	FST-Lombarderie
Niveau	master
Semestre	3

Responsable de l'unité d'enseignement	KERVISION SYLVIE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Chimie Moléculaire et Thérapeutique (CMT),M2 Mathématiques Fondamentales et Appliquées - Algèbre et Géométrie (MFA-AG),M2 Ingénierie Statistique (IS),M2 CMI-IS,M2 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M2 Ingénierie des Systèmes d'Information (ISI),M2 Mécanique et Fiabilité des Structures,M2 Sciences et techniques aux époques moderne et contemporaine,M2 Génétique, Génomique & Biologie des Systèmes (GGBS),M2 Biologie, Biotechnologie & Recherche Thérapeutique (BBRT),M2 Recherche Clinique,M2 Capteurs Intelligents et Qualité des Systèmes Electroniques,M2 Pilotage des Systèmes d'Information (PSI),M2 Génétique, Génomique & Biologie des Systèmes (GGBS),M2 CMI-ICM,M2 Gestion des Risques, Santé, Sécurité, Environnement (GRISSE),M2 Modélisation en Pharmacologie Clinique et Epidémiologie (MPCE),M2 Biologie, Biotechnologie & Recherche Thérapeutique (BBRT),M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 CMI-INA,M2 Préparation Supérieure à l'Enseignement (PSE),M2 Mathématiques Fondamentales et Appliquées - Analyse et Probabilités (MFA-AP),M2 Nanosciences, Nanomatériaux, Nanotechnologies (CNano),M2 Energies Nouvelles et Renouvelables (ENR) - option Gestion de l'énergie,M2 Energies Nouvelles et Renouvelables (ENR) - option Dispositifs pour l'énergie,M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) - option IEA,M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) - option ACBPI,M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) - option 3R,M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) - option 3B,M2 Histoire culturelle des sciences et techniques, humanités numériques et médiations,M2 Conception et Réalisation des Bâtiments,M2 Travaux Publics et Maintenance,M2 Travaux publics et Maritimes,M2 Chimie Moléculaire et Thérapeutique (CMT) par alternance,M2 Reliability based structural MAintenance for marine REnewable ENergy (MAREENE)
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconnaître et anticiper les formats de certifications en anglais.</li> <li>• Compléter les réponses exigées par les tests de certifications.</li> <li>• Pouvoir optimiser leurs résultats aux certifications grâce à une méthodologie de travail appliquée lors des séances d'entraînement.</li> </ul> At the end of this course, students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recognize and anticipate certification formats in English.</li> <li>• Complete the answers required by the certification tests.</li> <li>• To be able to optimize their results to certifications thanks to an applied work methodology during training sessions.</li> </ul>
Contenu	<i>Se préparer pour obtenir une certification en anglais (objectif B2 et +)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Présentation des formats</li> <li>• Exercices d'entraînement</li> <li>• Conseils pour optimiser son score</li> </ul> <i>Prepare to obtain certification in English (objective B2 and +)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentation of formats</li> <li>• Training exercises</li> <li>• Tips to optimize your score</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	Distanciel
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	non
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 200% TOEIC 2017 Listening &amp; Reading (2 août 2016, de Michael Byrne et Michelle Dickinson)</li> <li>• TOEIC® La Méthode Réussite (20 janvier 2011, de David Mayer et Serena Murdoch Stern)</li> <li>• Tactics for TOEIC® Listening and Reading Test (13 septembre 2007, de Grant Trew)</li> <li>• Cambridge Grammar and Vocabulary for the TOEIC Test (11 novembre 2010, de Jolene Gear et Robert Gear)</li> </ul>

<b>913 18 MA 3 PHY UE 816</b>	<b>Projets numériques (X3PM080)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Projets numériques (X3PM080)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Faculté des Sciences de Nantes ou entreprise (si alternant)

Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	LECIEUX YANN FRANCOIS MARC
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(e)s	m1 mfs uef16 - Stage de M1 Mécanique et fiabilité de structures
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette UE, l'étudiant : <ul style="list-style-type: none"> <li>• résout en binôme un problème de recherche ou industriel en Mécanique</li> <li>• se prépare au stage en entreprise</li> <li>• rédige un rapport</li> <li>• présente ses travaux à l'oral</li> </ul>
Contenu	
Méthodes d'enseignement	Projet tuteuré
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	non
Bibliographie	Rapports de projet des années précédentes à disposition.

<b>913 18 MA 3 PHY UE 808</b>	<b>Endommagement, fatigue et rupture (X3PM050)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Endommagement, fatigue et rupture (X3PM050)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Faculté des Sciences de Nantes
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	FRANCOIS MARC
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(e)s	Comportement mécanique des matériaux- 913 17 LG 6 PHY UE 1056 Sciences des matériaux - 913 17 MA 2 PHY UE 938 Composites stratifiés - 913 17 MA 2 PHY UE 1355 Anisotropie et composites - 913 17 MA 3 PHY UE 805 Viscosité et plasticité - 913 17 MA 3 PHY UE 806
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette UE, l'étudiant : <ul style="list-style-type: none"> <li>• calcule la durée de vie en fatigue d'une structure</li> <li>• prédit l'apparition d'une localisation</li> <li>• identifie et calcule les modes d'endommagement des composites</li> <li>• identifie les aspects technologiques et législatifs du dimensionnement en fatigue au travers d'exemples industriels [RG, PM]</li> </ul>

Contenu	Endommagement fragile, modèle de Marigo. Endommagement ductile : courbes CLF, modèles de Gurson et de Lemaitre et Chaboche. Fatigue olygocyclique : loi de Manson-Coffin, modèle élastoplastique endommageable. Fatigue à grand nombre de cycle, loi de Wöhler, diagrammes de Haigh et Goodman, règle de Miner, calcul des nombres de cycles, cas des chargements aléatoires ou non-proportionnels, modèle à deux échelles de Lemaitre, calcul spectral. Limite d'endurance, abattement en fatigue, correcteurs. Rupture : critère de Griffith, facteur d'intensité des contraintes, loi de Paris, rupture statistique de Weibull. Mécanismes et modèles d'endommagement des composites. Règles de calcul de fatigue dans l'industrie. Aspect législatifs et expertises
Méthodes d'enseignement	Cours à lire à la maison (en partie). Cours et exercices en classe.
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 26h Répartition : <b>CM</b> : 14h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 12h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	Lemaitre et Chaboche : a course on damage mechanics, Springer, 1996. Zaoui, Pineau, François : Comportement mécanique des matériaux, Masson, 1991. Krajcinovic : Damage mechanics, North-Holland, 1996 Kondo, Welemane, Cormery : Basic concepts and models in continuum damage mechanics, archive ouverte : <a href="http://oatao.univ-toulouse.fr/6634/1/Wellemane_6634.pdf">http://oatao.univ-toulouse.fr/6634/1/Wellemane_6634.pdf</a> Bathias, Pineau : Fatigue des matériaux et des structures 4, Traité MIM, série Matériaux et métallurgie Brand, Flavenot, Gregoire, Tournier : Données Technologiques sur La Fatigue (CETIM)

<b>913 18 MA 3 PHY UE 811</b>	<b>Couplages fluides-structures (X3PM100)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Couplages fluides-structures (X3PM100)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Faculté des Sciences de Nantes
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	CARPY SABRINA
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette U.E l'étudiant <ul style="list-style-type: none"> <li>réalise un travail préparatoire (définition de la géométrie, création du maillage, placement des conditions aux limites : région d'entrée, de sortie, symétrie)</li> <li>résout numériquement un problème convectif de fluide stationnaire ou instationnaire (choix du modèle physique, choix des schémas numériques, exécution)</li> <li>trouve une formulation adaptée pour la résolution des équations fluide-structure qui tient compte des parois mobiles et permet de simuler des écoulements fortement convectifs.</li> <li>visualise les résultats (vecteurs vitesses, champs de pression, vorticité)</li> <li>analyse et qualifie les résultats</li> <li>améliore la précision du calcul</li> </ul>
Contenu	Introduction sur les phénomènes couplés Classification : Phénomènes hydroélastiques, Phénomènes aéroélastiques Enjeux Méthodes expérimentales/numériques Couplage fort/couplage faible Simulation numérique de l'interaction : présentation des trois approches (simplifiée, partitionnée et monolithique) Modélisation instationnaire Etude de cas : a) instationnarité est due à une variation pilotée des conditions aux limites en fonction du temps. b) instabilité provoquée par le couplage fluide-structure



Méthodes d'enseignement	Cours et TD TP numériques distanciel
Volume horaire total	<b>TOTAL : 28h Répartition : CM : 8h TP : 12h TD : 8h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (2h)
Bibliographie	

<b>913 18 MA 1 CLI UE 1429</b>	<b>Management à Visée Innovante et Entrepreneuriale (X1LI010)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Management à Visée Innovante et Entrepreneuriale (X1LI010)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et des Techniques
Niveau	master
Semestre	1
Responsable de l'unité d'enseignement	GODARD OLIVIER
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Chimie Moléculaire et Thérapeutique (CMT),M2 Ingénierie Statistique (IS),M2 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M2 Mécanique et Fiabilité des Structures,M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) - option 3R,M2 CMI-ICM,M2 CMI-IS,M2 Sciences des aliments,M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 CMI-ICM,M1 Sciences Biologiques,M2 Mathématiques Fondamentales et Appliquées - Algèbre et Géométrie (MFA-AG),M2 Mathématiques Fondamentales et Appliquées - Analyse et Probabilités (MFA-AP),M2 Nutrition humaine-Développement des Aliments Santé (NH-DAS),M2 Systèmes Electroniques Embarqués Communicants,M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) - option 3B,M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) - option ACBPI,M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) - option IEA,M1 Bioinformatique/Biostatistique,M2 Capteurs Intelligents et Qualité des Systèmes Electroniques,M2 CMI-INA,M2 Sciences et techniques aux époques moderne et contemporaine,M1 Architecture Logicielle (ALMA),M1 Optimisation en Recherche Opérationnelle (ORO),M1 Apprentissage et Traitement Automatique de la Langue (ATAL),M1 Data Science (DS) ,M1 Visual Computing (VICO),M1 CMI-OPTIM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant devra être capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• avoir des <b>compétences transversales</b> pour qu'il soit acteur de son avenir professionnel.</li> <li>• maîtriser des outils méthodologiques de management et de gestion de projet de <b>façon pratique</b>.</li> <li>• connaître les outils de base du management d'équipe en les <b>ayant vécu dans son projet</b></li> <li>• maîtriser des outils de construction de valorisation économique d'un projet innovant</li> <li>• construire un projet valorisable économiquement au <b>sein d'une équipe</b>.</li> <li>• avoir des compétences transversales telles que <b>manager un projet, s'exprimer en public lors de la présentation du projet devant un jury</b></li> <li>• <b>communiquer à l'écrit selon les règles normalisées de l'entreprise</b>, être en mesure d'identifier les <b>besoins des entreprises en lien avec son projet</b>, être <b>force de proposition</b> dans ses futures fonctions professionnelles.</li> </ul>
Contenu	<p>Autour d'une formation de 25 heures et d'un accompagnement spécifique par projet, l'étudiant aura la possibilité d'identifier une thématique ou un projet de recherche pouvant s'inscrire dans une démarche de valorisation économique. Selon un programme de formation reprenant 49 actions pour entreprendre en lien avec l'innovation, l'étudiant bénéficiera d'un accompagnement spécifique en fonction des besoins rencontrés. Les livrables attendus sont un Business Model, un business Plan et un elevator pitch de 10 minutes présentés devant un jury composé de 2 membres universitaires et d'un membre extérieur reconnu pour son expertise.</p> <p>A la suite du concours, un prix annuel sera décerné aux trois meilleurs projets début février de chaque année.</p>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 18h Répartition : CM : 18h TP : 0h TD : 0h CI : 0h</b>

Enseignement à distance	oui (7h)
Bibliographie	

<b>913 18 MA 3 PHY UE 801</b>	<b>Flambement (X3PM110)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Flambement (X3PM110)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Faculté des Sciences de Nantes
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	LE VAN ANH
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cette UE, l'étudiant acquiert les connaissances et les compétences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculer la charge de bifurcation des systèmes discrets.</li> <li>• Formuler le problème non-linéaire des poutres. Obtenir l'équation linéarisée correspondante. Appliquer les résultats au problème de flambement d'une poutre.</li> <li>• Formuler le problème du flambement d'une poutre selon la théorie simplifiée d'Euler. Etudier l'influence des imperfections géométriques et de chargement sur la réponse.</li> <li>• Etablir l'élément fini de poutre non-linéaire. Appliquer au cas du flambement.</li> <li>• Etudier la théorie non-linéaire des plaques de von Kármán. Appliquer au cas du flambement des plaques</li> </ul>

Contenu	<p><i>Attention, ce programme sera réduit en fonction de la réduction horaire subie dans la nouvelle accréditation.</i></p> <p><b>Partie A - Bifurcation des systèmes discrets</b></p> <p><b>Chapitre 1 - Bifurcation des systèmes discrets</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Rappel de l'équation de mouvement des systèmes discrets</li> <li>Equation d'équilibre</li> <li>Définition de la bifurcation</li> <li>Exemples</li> </ol> <p><b>Partie B - Bifurcation des systèmes continus</b></p> <p><b>Chapitre 1 - Théorie non-linéaire des poutres</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Position de référence</li> <li>Champ des déplacements</li> <li>Champ des déformations</li> <li>Champ des vitesses</li> <li>Equation locale et conditions aux limites par le PPV</li> <li>Loi de comportement</li> <li>Equations aux déplacements et conditions aux limites en termes du déplacement</li> <li>Equations linéarisées</li> <li>Exemples d'application au flambement des poutres</li> </ol> <p><b>Chapitre 2 - Théorie RdM du flambement des poutres</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Flambement d'une poutre parfaitement droite - Théorie d'Euler</li> <li>Méthode énergétique pour le calcul approché de la charge critique de flambement</li> <li>Influence des imperfections géométriques <ul style="list-style-type: none"> <li>Droite de Southwell</li> <li>Charge de Dutheil</li> </ul> </li> <li>Influence des imperfections de chargement</li> </ol> <p><b>Chapitre 3 - Elément fini non linéaire des poutres</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ecriture du PPV</li> <li>Discrétisation du PPV</li> <li>Matrice tangente</li> <li>Equations linéarisée du mouvement</li> <li>Elément fini à 2 noeuds</li> <li>Exemples d'application au flambement des poutres</li> </ol> <p><b>Chapitre 4 - Théorie non-linéaire des plaques (théorie des plaques de von Kármán)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Champ des déplacements</li> <li>Champ des déformations</li> <li>Equation locale et conditions aux limites par le PPV</li> <li>Loi de comportement</li> <li>Equations aux déplacements</li> <li>Equations linéarisées</li> <li>Exemples d'application au flambement des plaques</li> </ol>	
	Méthodes d'enseignement	Classique
	Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 28h Répartition : <b>CM</b> : 12h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 16h <b>CI</b> : 0h
	Enseignement à distance	non
	Bibliographie	

<b>913 18 MA 3 PHY UE 810</b>	<b>Couplages (X3PM120)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Couplages (X3PM120)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Fac. des Sciences de Nantes et École Centrale de nantes
Niveau	master
Semestre	3

Responsable de l'unité d'enseignement	CHEVREUIL PLESSIS MATHILDE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de l'UE, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• définit le système linéaire à résoudre du problème couplé,</li> <li>• connaît différentes méthodes résolution de problèmes couplés,</li> <li>• construit un préconditionneur,</li> <li>• applique une technique de résolution d'un problème couplé.</li> </ul>
Contenu	<p>(A valider)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Couplage de modèles, discrétisation par éléments finis et systèmes linéaires à résoudre</li> <li>• Méthodes couplées</li> <li>• Méthodes découplées : méthode d'Uzawa, méthode de projection</li> <li>• Préconditionneurs</li> <li>• Méthodes de décomposition de domaine <ul style="list-style-type: none"> <li>- méthodes de Schwarz</li> <li>- méthodes du complément de Schur</li> </ul> </li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 24h Répartition : CM : 12h TP : 0h TD : 12h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	non
Bibliographie	

<b>913 18 MA 4 PHY UE 817</b>	<b>Stage (X4PM010)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Stage (X4PM010)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	En entreprise ou en laboratoire
Niveau	master
Semestre	4
Responsable de l'unité d'enseignement	FRANCOIS MARC CHEVREUIL PLESSIS MATHILDE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	Projets numériques 913 17 MA 3 PHY UE 816
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cette UE, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• résout un problème de mécanique industriel ou de recherche au sein d'une équipe</li> <li>• identifie les méthodes nécessaires à la résolution</li> <li>• modélise le problème posé et justifie les hypothèses faites</li> <li>• réalise une bibliographie sur le sujet</li> <li>• résout le problème et commente la validité de ses résultats</li> <li>• se conforme aux exigences (règles, normes, moyens, communication) de l'entreprise ou du laboratoire</li> <li>• produit un rapport de stage</li> <li>• présente ses travaux à l'oral</li> </ul>

Contenu	Le stage dure entre 4 et 6 mois. Il a lieu soit en entreprise soit en laboratoire. Conformément à la loi le stage est rémunéré. L'étudiant est en charge de trouver son stage. Des propositions lui sont adressées tout au long du premier semestre mais il peut aussi trouver le stage par lui-même. Le choix d'un stage doit être validé par le responsable de la formation afin de vérifier l'adéquation de son contenu avec la formation.
Méthodes d'enseignement	Stage en entreprise ou en laboratoire avec suivi par le maître de stage et un tuteur académique.
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	non
Bibliographie	Rapports de stages des années précédentes et présentation mis à disposition.

913 18 MA 4 PHY UE 2160	Périodes de formation alternées en milieu pro. (X4PM020)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Périodes de formation alternées en milieu pro. (X4PM020)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	4
Responsable de l'unité d'enseignement	FRANCOIS MARC CHEVREUIL PLESSIS MATHILDE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette UE, l'étudiant : <ul style="list-style-type: none"> <li>• résout un problème de mécanique industriel ou de recherche au sein d'une équipe</li> <li>• identifie les méthodes nécessaires à la résolution</li> <li>• modélise le problème posé et justifie les hypothèses faites</li> <li>• réalise une bibliographie sur le sujet</li> <li>• résout le problème et commente la validité de ses résultats</li> <li>• se conforme aux exigences (règles, normes, moyens, communication) de l'entreprise ou du laboratoire</li> <li>• produit un rapport de stage</li> <li>• présente ses travaux à l'oral</li> </ul>
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	non
Bibliographie	Rapports de stages des années précédentes et présentation mis à disposition.