

## Information générale

<b>Objectifs</b>	
<b>Responsable(s)</b>	
<b>Mention(s) incluant ce parcours</b>	licence Physique
<b>Lieu d'enseignement</b>	
<b>Langues / mobilité internationale</b>	
<b>Stage / alternance</b>	
<b>Poursuite d'études / débouchés</b>	
<b>Autres renseignements</b>	
<b>Conditions d'obtention de l'année</b>	Voir le document sur Madoc : "Règles particulières de contrôle des connaissances et des aptitudes de l'Université de Nantes - Licence de l'UFR des Sciences et des Techniques"

# Programme

1 <sup>er</sup> SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CI	TD	TP	Distanciel	Total
<b>Groupe d'UE : UEF Mécanique (30 ECTS)</b>								
Anglais pour la communication scientifique (Phys) (X31A040)	913 18 LG 5 LA UE 479	3	0	0	16	0	1.6	17.6
Outils Mathématiques 3 (X31P010)	913 18 LG 5 PHY UE 971	5	24	0	24	0	4.8	52.8
outils mathématiques 3a (X31P011)	913 18 LG 5 PHY EC 1537		9	0	9	0	1.8	19.8
Outils Mathématiques 3b (X31P012)	913 18 LG 5 PHY EC 1538		15	0	15	0	3	33
Mécanique des fluides (X31P100)	913 18 LG 5 PHY UE 992	5	14	0	14	12	4	44
Elasticité linéaire (X31P110)	913 18 LG 5 PHY UE 996	5	16	0	16	8	4	44
Mécanique Générale 3 (X31P120)	913 18 LG 5 PHY UE 998	5	20	0	20	0	4	44
Résistance des matériaux (X31P130)	913 18 LG 5 PHY UE 994	5	14	0	14	12	4	44
Ouverture professionnelle - Physique (X31T040)	913 18 LG 5 CLI UE 1427	2	0	0	16	0	1.6	17.6
<b>Groupe d'UE : UEL (0 ECTS)</b>								
Stage libre (X31T200)	913 18 LG 5 TR UE 2132	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>	30						

2 <sup>ème</sup> SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CI	TD	TP	Distanciel	Total
<b>Groupe d'UE : UEF Mécanique (30 ECTS)</b>								
Stage (X32T040)	913 18 LG 6 PHY UE 1069	3	0	0	0	0	0	0
Mesure Physique (X32P100)	913 18 LG 6 PHY UE 1051	2	10	0	10	0	2	22
Vibrations des systèmes discrets (X32P110)	913 18 LG 6 PHY UE 1053	2	10	0	10	0	2	22
Mécanismes, CAO et simulations (X32P120)	913 18 LG 6 PHY UE 1054	5	8	0	8	24	4	44
Comportement mécanique des matériaux (X32P130)	913 18 LG 6 PHY UE 1056	2	10	0	10	0	2	22
Thermodynamique-Energétique (X32P140)	913 18 LG 6 PHY UE 1058	4	14	0	14	0	2.8	30.8
Introduction à la méthode des éléments finis (X32P150)	913 18 LG 6 PHY UE 1062	5	14	0	14	16	4.4	48.4
Analyse numérique pour la mécanique (X32P160)	913 18 LG 6 PHY UE 1066	5	14	0	12	14	4	44
Analyse numérique (X32P041)	913 18 LG 6 PHY EC 2086		14	0	0	0	1.4	15.4
TD TP analyse numérique mécanique (X32P162)	913 18 LG 6 PHY EC 2088		0	0	12	14	2.6	28.6
Anglais Professionnel Physique (X32A040)	913 18 LG 6 LA UE 504	2	0	0	16	0	1.6	17.6
<b>Groupe d'UE : UEL (0 ECTS)</b>								
Stage libre (X32T200)	913 18 LG 6 TR UE 2133	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>	30						

## Modalités d'évaluation

X31A040 Anglais pour la communication scientifique (Phys)	Nb d'ECTS	3							
<b>REGIME</b>		<b>Session</b>	<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>
<b>Ordinaire</b>	1	1.5	0	1.5	0	0	0	3	
	2	0	0	0	3	0	0	3	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	1.5	0	1.5	3	
	2	0	0	0	3	0	0	3	
The module will be assessed through continuous assessment (100%). You will be assessed <i>indirectly</i> on everything you do in class, and <i>directly</i> on <ul style="list-style-type: none"> <li>• an in-class test</li> <li>• your project work</li> </ul>									

X31P010 Outils Mathématiques 3	Nb d'ECTS	5							
X31P011 outils mathématiques 3a									
<b>REGIME</b>		<b>Session</b>	<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>
<b>Ordinaire</b>	1	2	0	0	0	0	0	2	
	2	0	0	0	0	2	0	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	0	2	0	2	
	2	0	0	0	0	2	0	2	
2 controles continus, pas d'examen									
X31P012 Outils Mathématiques 3b									
<b>REGIME</b>		<b>Session</b>	<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>
<b>Ordinaire</b>	1	3	0	0	0	0	0	3	
	2	0	0	0	0	3	0	3	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	0	3	0	3	
	2	0	0	0	0	3	0	3	
2 controles continus, pas d'exmen sauf pour les DA.									

X31P100 Mécanique des fluides	Nb d'ECTS	5							
<b>REGIME</b>		<b>Session</b>	<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>
<b>Ordinaire</b>	1	3	2	0	0	0	0	5	
	2	0	2	0	0	3	0	5	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	2	0	0	3	0	5	
	2	0	2	0	0	3	0	5	
Les notes de pratique de la deuxième session correspondent à un report des notes de pratique de la première session.									

X31P110 Elasticité linéaire	Nb d'ECTS	5							
<b>REGIME</b>		<b>Session</b>	<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>
<b>Ordinaire</b>	1	1.25	1.25	0	2.5	0	0	5	
	2	1.25	1.25	0	0	0	2.5	5	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	5	0	0	5	
	2	0	0	0	0	0	5	5	

X31P120 Mécanique Générale 3	Nb d'ECTS	5							
<b>REGIME</b>		<b>Session</b>	<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>
<b>Ordinaire</b>	1	2	0	0	3	0	0	5	
	2	1.5	0	0	3.5	0	0	5	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	5	0	0	5	
	2	0	0	0	5	0	0	5	

X31P130 Résistance des matériaux	Nb d'ECTS	5							
<b>REGIME</b>		<b>Session</b>	<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>
<b>Ordinaire</b>	1	1.25	1.25	0	2.5	0	0	5	
	2	0	1.25	0	3.75	0	0	5	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	5	0	0	5	
	2	0	0	0	5	0	0	5	
Limite d'acceuil de la salle de TP, 12 étudiants. Raison : cout des équipements à dupliquer et sécurité									

X31T040 Ouverture professionnelle - Physique	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	0.8	0	1.2	0	0	0	2	
	2	0.8	0	1.2	0	0	0	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0.8	0	1.2	0	0	0	2	
	2	0.8	0	1.2	0	0	0	2	

X31T200 Stage libre	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	

X32T040 Stage	Nb d'ECTS	3							
			<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	1.5	0	1.5	0	0	0	3	
	2	1.5	0	1.5	0	0	0	3	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	1.5	0	1.5	0	0	0	3	
	2	1.5	0	1.5	0	0	0	3	

Cette UE est obligatoire pour les étudiants dispensés d'assiduité.

X32P100 Mesure Physique	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	0.8	0	0	1.2	0	0	2	
	2	0.4	0	0	1.6	0	0	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	2	0	0	2	
	2	0	0	0	2	0	0	2	

X32P110 Vibrations des systèmes discrets	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	0.4	0	0	1.6	0	0	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	2	0	0	2	
	2	0	0	0	2	0	0	2	

X32P120 Mécanismes, CAO et simulations	Nb d'ECTS	5							
			<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	3	0	2	0	0	5	
	2	0	2	0	3	0	0	5	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	2	0	3	0	0	5	
	2	0	2	0	3	0	0	5	

X32P130 Comportement mécanique des matériaux	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	1.2	0.8	0	0	0	0	2	
	2	0.6	0.4	0	0	0	1	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0.8	0	1.2	0	0	2	
	2	0	0.8	0	0	0	1.2	2	

X32P140 Thermodynamique-Energétique	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	0.8	1.6	0	1.6	0	0	4	
	2	0	1.6	0	2.4	0	0	4	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	1.6	0	2.4	0	0	4	
	2	0	1.6	0	2.4	0	0	4	

Les notes de pratique de seconde session sont un report des notes de pratiques de première session

X32P150 Introduction à la méthode des éléments finis	Nb d'ECTS	5							
<b>REGIME</b>		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>	
	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>		
<b>Ordinaire</b>	1	1.5	1.5	0	2	0	0	5	
	2	0	1.5	0	3.5	0	0	5	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	5	0	0	5	
	2	0	0	0	5	0	0	5	

X32P160 Analyse numérique pour la mécanique	Nb d'ECTS	5							
<b>REGIME</b>		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>	
	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>		
<b>Ordinaire</b>	1	1.75	0	0	0	0	0	1.75	
	2	0	0	0	1.75	0	0	1.75	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	1.75	0	0	1.75	
	2	0	0	0	1.75	0	0	1.75	

X32P162 TD TP analyse numérique mécanique	Nb d'ECTS	2							
<b>REGIME</b>		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>	
	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>		
<b>Ordinaire</b>	1	1.62	1.63	0	0	0	0	3.25	
	2	0	0	0	3.25	0	0	3.25	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	3.25	0	0	3.25	
	2	0	0	0	3.25	0	0	3.25	

X32A040 Anglais Professionnel Physique	Nb d'ECTS	2							
<b>REGIME</b>		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>	
	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>		
<b>Ordinaire</b>	1	1.2	0	0.8	0	0	0	2	
	2	0	0	0	0	0	2	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	1	0	1	2	
	2	0	0	0	0	0	2	2	
The module will be assessed through									
• an in-class test (listening comprehension)									
• your project work									

X32T200 Stage libre	Nb d'ECTS	0							
<b>REGIME</b>		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			<b>Total coef</b>	
	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</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	

## Description des UE

913 18 LG 5 LA UE 479	Anglais pour la communication scientifique (Phys) (X31A040)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Anglais pour la communication scientifique (Phys) (X31A040)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	UFR Sciences
Niveau	licence
Semestre	5
Responsable de l'unité d'enseignement	LE RESTE CECILE MARIE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	Anglais 3 et 4, ou équivalent.
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Physique, L3 Physique : Physique / mineure Chimie, L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM, L3 Physique : Physique - CMI Ingé. Nuclé. et Appli. _ CMI-INA, L3 Physique : Physique / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	À l'issue de cet enseignement, l'étudiant-e sera capable de : 1. répondre à des questions de compréhension sur un texte rédigé en anglais universitaire, que ce soit dans son domaine de spécialité ou dans un autre domaine, dans un esprit similaire à ce qui est proposé à l'épreuve de compréhension écrite de la certification IELTS Academic English. 2. présenter à l'oral un texte issu de la presse scientifique générale dans son domaine de spécialité, replacer l'article dans son contexte et expliquer les enjeux de la recherche ou de la thématique abordée dans cet article. 3. présenter son travail dans un anglais clair et phonologiquement approprié, en utilisant des outils de présentation adaptés et en communiquant avec un degré d'aisance et de spontanéité qui rende possible une interaction normale avec un locuteur natif, sans recours excessif aux notes.
Contenu	1. Développement du vocabulaire scientifique général 2. Développement du vocabulaire scientifique de spécialité 3. Analyse de textes scientifiques 4. Développement de la capacité à adapter son discours à différentes situations de communication scientifique 4. Analyse de documents audio ou vidéo 5. Pratique de l'oral en contexte 6. Sensibilisation au système phonologique de l'anglais pour améliorer la prise de parole des étudiant-e-s
Méthodes d'enseignement	Mixte
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 16h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 16h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (1.6h)
Bibliographie	Aucun ouvrage obligatoire

913 18 LG 5 PHY UE 971	Outils Mathématiques 3 (X31P010)
Intitulé de l'unité d'enseignement	Outils Mathématiques 3 (X31P010)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et des Techniques
Niveau	licence
Semestre	5
Responsable de l'unité d'enseignement	ROYER GUY

Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Physique, L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Physique / mineure Chimie, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM, L3 Physique : Physique - CMI Ingé. Nuclé. et Appli. _ CMI-INA, L3 Physique : Physique / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cette unité d'enseignement l'étudiant saura :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser l'analyse tensorielle pour l'appliquer en physique des solides, en relativité, en physique nucléaire, en mécanique quantique</li> <li>• Simuler un signal par une série de Fourier ou une transformée de Fourier</li> <li>• Effectuer une convolution de deux fonctions à l'aide d'une distribution de Dirac</li> <li>• Effectuer des calculs avec des fonctions de variables complexes et calculer des résidus</li> <li>• Résoudre les équations différentielles et notamment celles du type de Fuchs</li> <li>• Reconnaître et utiliser les caractéristiques de certains opérateurs utilisés en physique.</li> <li>• Déterminer des transformées de Laplace pour, en particulier, résoudre des équations différentielles pour des systèmes physiques causaux</li> </ul>
Contenu	<p>Tenseurs Séries de Fourier, Transformées de Fourier, Transformées de Laplace et équations différentielles Fonctions d'une variable complexe : Dérivation et Intégration d'une fonction d'une variable complexe, Séries de fonctions, Théorème des résidus et calculs d'intégrales Distribution de Dirac, Convolution Distanciel : Equations différentielles du second ordre et résolution par des développements en séries, équations aux dérivées partielles Rappels sur les Espaces vectoriels, opérateurs unitaires et hermitiens</p>
Méthodes d'enseignement	CM et TD
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 48h Répartition : <b>CM</b> : 24h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 24h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (4.8h)
Bibliographie	

913 18 LG 5 PHY EC 1537	outils mathématiques 3a (X31P011)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	outils mathématiques 3a (X31P011)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et des Techniques
Niveau	licence
Semestre	5
Responsable de l'unité d'enseignement	ROYER GUY
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Physique, L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Physique / mineure Chimie, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM, L3 Physique : Physique - CMI Ingé. Nuclé. et Appli. _ CMI-INA, L3 Physique : Physique / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP
Programme	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cet enseignement l'étudiant sera capable de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser l'analyse tensorielle pour l'appliquer en physique des solides, en relativité, en physique nucléaire, en mécanique quantique</li> <li>• Simuler un signal par une série de Fourier ou une transformée de Fourier</li> <li>• Déterminer des transformées de Laplace pour, en particulier, résoudre des équations différentielles pour des systèmes physiques causaux</li> </ul>
Contenu	Tenseurs Séries de Fourier, Transformées de Fourier, Transformées de Laplace et équations différentielles
Méthodes d'enseignement	Cours + TD
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 18h Répartition : <b>CM</b> : 9h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 9h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (1.8h)
Bibliographie	

<b>913 18 LG 5 PHY EC 1538</b>	<b>Outils Mathématiques 3b (X31P012)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Outils Mathématiques 3b (X31P012)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et des Techniques
Niveau	licence
Semestre	5
Responsable de l'unité d'enseignement	ROYER GUY
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Physique, L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Physique / mineure Chimie, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM, L3 Physique : Physique - CMI Ingé. Nuclé. et Appli. _ CMI-INA, L3 Physique : Physique / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cet élément constitutif l'étudiant saura : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effectuer une convolution de deux fonctions à l'aide d'une distribution de Dirac</li> <li>• Effectuer des calculs avec des fonctions de variables complexes et calculer des résidus</li> <li>• Résoudre les équations différentielles et notamment celles du type de Fuchs</li> <li>• Reconnaître et utiliser les caractéristiques de certains opérateurs utilisés en physique.</li> </ul>
Contenu	Fonctions d'une variable complexe : Dérivation et Intégration d'une fonction d'une variable complexe, Séries de fonctions, Théorème des résidus et calculs d'intégrales Distribution de Dirac, Convolution Distanciel : Equations différentielles du second ordre et résolution par des développements en séries, équations aux dérivées partielles Rappels sur les Espaces vectoriels, opérateurs unitaires et hermitiens
Méthodes d'enseignement	CM + TD
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 30h Répartition : <b>CM</b> : 15h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 15h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (3h)
Bibliographie	

913 18 LG 5 PHY UE 992	Mécanique des fluides (X31P100)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Mécanique des fluides (X31P100)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	5
Responsable de l'unité d'enseignement	CARPY SABRINA
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Mécanique, L3 SVT : Sciences de la Terre et de l'Univers STU, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p><i>A l'issue de l'UE l'étudiant....</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• établit les équations de la mécanique des fluides à partir du principe fondamental de la dynamique.</li> <li>• simplifie les équations en fonction des hypothèses du problème (équilibre statique, fluide parfait, fluide réel newtonien,...).</li> <li>• évalue la répartition des variables (pression, vitesse, température, masse volumique,...) pour un problème simple de mécanique des fluides.</li> <li>• décrit un écoulement du point de vue de l'expérimentateur et du modélisateur.</li> <li>• détermine les paramètres de contrôle d'un écoulement.</li> <li>• dégage les nombres adimensionnels importants pour la réalisation de maquettes réduites ou la simplification des équations conduisant à des écoulements modèles de mécanique ou de géophysique.</li> <li>• calcule la force exercée par un écoulement sur un obstacle dans le cadre de problème d'interactions fluide-structure (mécanique ou sédimentologie).</li> </ul> <p><i>En Pratique, l'étudiant...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• connaît les différents moyens de mesurer la pression, la vitesse, la masse volumique, la température et la viscosité d'un fluide dans une expérience.</li> <li>• sait utiliser les tables des propriétés physiques d'un fluide en fonction de la température.</li> <li>• Exécute un protocole expérimental</li> <li>• Effectue des réglages fins sur des dispositifs sensibles.</li> <li>• Evaluate la précision d'une mesure</li> <li>• Interprète les résultats d'une expérimentation</li> <li>• Rédige un compte rendu</li> <li>• Fait le lien avec la théorie et évalue les limites des hypothèses</li> </ul>

Contenu	<p><b>Objectifs :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Etablissement des équations de la mécanique des fluides</li> <li>2. Modélisation d'un problème simple de mécanique des fluides (hypothèses, équations, résolution analytique)</li> <li>3. Evaluation des répartitions de variables (pression, vitesse, température, masse volumique, ...)</li> <li>4. Applications aux problèmes mécaniques et géophysiques</li> </ol> <p><b>Contenu :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qu'est-ce qu'un fluide ?</li> </ul> <p><i>Concept du milieu continu ; notion de particule fluide ; masse volumique ; vitesse en un point ; contrainte ; viscosité : analogie entre fluide et solide élastique ; fluide parfait versus fluide réel ; différents types d'écoulements : laminaires versus turbulent, incompressibles versus compressibles, stationnaires versus instationnaires</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse dimensionnelle et théorie de la similitude</li> </ul> <p><i>Approximation a priori ; unités de mesures ; principaux nombres adimensionnels ; théorème de Pi-Vaschy-Buckingham ; applications : réductions du nombre de paramètres, maquette à échelle réduite</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrostatique</li> </ul> <p><i>Equation générale de la statique ; mesure de la pression ; cas d'un fluide incompressible au repos et en équilibre relatif ; statique des fluides compressibles ; théorème d'Archimède</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinématique des fluides</li> </ul> <p><i>Description lagrangienne et eulérienne ; trajectoire et ligne de courant ; flux et débit ; volume de contrôle et volume matériel ; théorème de transport ; équation de conservation de la masse.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluide parfait</li> </ul> <p><i>Quantité de mouvement, quantité d'accélération ; principe fondamental de la dynamique pour les écoulements de fluide parfait ; équations d'Euler ; théorème de Bernoulli et ses applications ; théorème de la quantité de mouvement et ses applications.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluide réel</li> </ul> <p><i>Equations de Navier-Stokes ; comportement newtonien ; écoulements dominés par la viscosité ; écoulement de Poiseuille ; écoulement de Couette ; écoulement de Stokes ; écoulement gravitaire ; adimensionalisation des équations</i></p> <p><b>Travaux pratiques :</b> viscosité des fluides newtoniens et non-newtoniens, propriétés physiques de l'air, hydraulique, jet impactant</p>
Méthodes d'enseignement	Cours, TD, TP, Distanciel
Volume horaire total	<b>TOTAL : 40h Répartition : CM : 14h TP : 12h TD : 14h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	Hydrodynamique Physique, E. Guyon, J-P Hulin et L. Petit, CNRS Editions ; Principles of Physical Sedimentology, J.R.L Allen, the blackburn press.

<b>913 18 LG 5 PHY UE 996</b>	<b>Elasticité linéaire (X31P110)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Elasticité linéaire (X31P110)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	5
Responsable de l'unité d'enseignement	LE VAN ANH
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM
<b>Programme</b>	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Savoir calculer les déformations dans un milieu continu, notamment la variation de longueur, la variation d'angle et la variation de volume. Savoir calculer le tenseur de déformation, les déformations principales et les directions principales de déformation.</li> <li>• Savoir calculer le vecteur des contraintes et le tenseur de contraintes, les contraintes principales et les directions principales de contrainte. Connaître le lien entre le PFD et l'équation locale de la dynamique.</li> <li>• Connaître la loi de comportement élastique linéaire, en particulier celle en isotropie.</li> <li>• Savoir poser le problème d'élasticité linéaire, connaître les méthodes de résolution : la méthode des déplacements et la méthode des contraintes.</li> <li>• Comparer les modèles théoriques à des résultats d'essais effectués en autonomie (photoélasticité) ou en binôme encadré (jauge résistive et centrale d'acquisition)</li> <li>• Maîtrise l'utilisation des instruments de mesure standard (pied à coulisse, jauge résistive, photoélasticité)</li> </ul>
Contenu	<p><u>Cours et TD</u>  <b>Chap. 0. Rappels mathématiques</b></p> <p><b>Chap. 1. Mouvement et déformation d'un corps</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Transformation. Déplacement.</li> <li>2. Gradient de la transformation.</li> <li>3. Hypothèse des petites transformations.</li> <li>4. Tenseur de déformation et tenseur de rotation locale.</li> <li>5. Variation de longueur.</li> <li>6. Variation d'angle.</li> <li>7. Variation de volume.</li> <li>8. Décomposition du vecteur de déformation en allongement relatif et vecteur glissement.</li> <li>9. Déformations principales - Directions principales de déformation.</li> <li>10. Les cercles de Mohr de déformation.</li> </ol> <p><b>Chap. 2. Contraintes</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Efforts extérieurs - Principe fondamental de la dynamique.</li> <li>2. Efforts intérieurs - Vecteur contrainte - Tenseur de contrainte.</li> <li>3. Equation locale de la dynamique.</li> <li>4. Symétrie du tenseur de contrainte.</li> <li>5. Décomposition du vecteur contrainte en contrainte normale et cisaillement.</li> <li>6. Contraintes principales - Directions principales de contrainte.</li> <li>7. Les cercles de Mohr de contrainte.</li> </ol> <p><b>Chap. 3. Loi de comportement élastique linéaire</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Motivation.</li> <li>2. Loi de comportement élastique linéaire.</li> <li>3. Loi de comportement élastique linéaire isotrope.</li> </ol> <p><b>Chap. 4. Problème d'élasticité linéaire</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bilan des équations et des inconnues.</li> <li>2. Méthode des déplacements.</li> <li>3. Principe de Saint Venant.</li> <li>4. Equations de compatibilité.</li> <li>5. Méthode des contraintes.</li> </ol> <p><u>Distanciel</u>  <b>Chap. 5. Energies - Théorèmes énergétiques (Distanciel)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Energie de déformation.</li> <li>2. Energie de contrainte.</li> <li>3. Energie potentielle totale. Théorème du minimum de l'énergie potentielle totale.</li> <li>4. Energie complémentaire totale. Théorème du minimum de l'énergie complémentaire.</li> </ol> <p><b>Chap. 6. Thermoélasticité linéaire (Distanciel)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loi de comportement thermoélastique linéaire isotrope.</li> <li>2. Source de chaleur - Flux de chaleur.</li> <li>3. Equation thermique.</li> <li>4. Problème thermoélastique linéaire homogène isotrope.</li> </ol> <p><u>TP</u>  <b>1) Photoélasticité</b>  Comparaison entre la prédiction des modèles analytique pour les structures de type poutre et les cartes de contraintes expérimentales visualisées grâce à la photoélasticité.  Discussion autour de la notion de modélisation (cadre, hypothèses, limites).  <b>2) Tube mince en pression, torsion et sous chargement complexe</b>  Comparaison entre la prédiction des modèles analytique pour une structure de type tube mince et les déformations expérimentales relevées au milieu du tube grâce à des jauges de déformation.  La notion de direction principale de déformation est illustrée dans ce cadre concret d'application</p>
Méthodes d'enseignement	Cours TD Cours en distanciel pour les chapitres 5 et 6 TP
Volume horaire total	<b>TOTAL : 40h Répartition : CM : 16h TP : 8h TD : 16h CI : 0h</b>

Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	<p>P. Ballard, A. Millard, Poutres et Arcs Elastiques, Les Editions de l'Ecole Polytechnique, 2009.</p> <p>Y. Bamberger, Mécanique de l'ingénieur, tome 2 (Milieux Déformables) et tome 3 (Solides Déformables), Hermann, 1997</p> <p>J.L. Batoz, G. Dhatt, Modélisation des Structures par Eléments Finis, Hermès, vol. 1 (Solides Elastiques) et vol. 2 (Poutre set Plaques), 1990.</p> <p>P.G. Ciarlet, Elasticité Tridimensionnelle. Masson, 1986.</p> <p>J. Coirier, Mécanique des Milieux Continus, Concepts de Base, Dunod, 1997, 2013.</p> <p>O. Coussy, Mécanique des Milieux Poreux, Editions Technip, 1991.</p> <p>J. Duc, D. Bellet, Mécanique des Solides Réels, Elasticité, Cepadues Editions, 1976.</p> <p>G. Duvaut, Mécanique des Milieux Continus, Masson, 1990.</p> <p>D. Gay, Matériaux Composites, Lavoisier, 6è éd, 2015.</p> <p>D. Guitard, Mécanique du Matériau Bois et Composites, Cepadues Editions, 1987.</p> <p>M. Géradin, D. Rixen, Théorie des vibrations: application à la dynamique des structures, Elsevier, 1996.</p> <p>P. Germain, Mécanique, tome II, Ellipses, Polytechnique, 1987</p> <p>P. Germain, P. Muller, Introduction à la Mécanique des Milieux Continus, Masson, 1997.</p> <p>A.N. Guz, Fundamentals of the 3D Theory of Stability of Deformable Bodies, Springer, 1994.</p> <p>J.P. Henry, F. Parsy, Cours d'Elasticité, Dunod Université, Bordas, Paris, 1982.</p> <p>V.D. Kupradze, T. G. Gegelia, M. O. Basheleishvili, and T. V. Burchuladze, Three-Dimensional Problems of Elasticity and Thermoelasticity, Volume 25, North-Holland, 1979.</p> <p>S. Laroze, J.J. Barrau, Mécanique des Structures, tome 4, Calcul des Structures en Matériaux Composites, Eyrolles-Masson, 1987.</p> <p>P. Le Tallec, Introduction à la Dynamique des Structures. Ellipses, Polytechnique, 2000.</p> <p>J. Salençon. Mécanique des Milieux Continus, tome II, Thermoélasticité, Ellipses, Polytechnique, 1995.</p> <p>K. Washizu, Variational Methods in Elasticity and Plasticity. (International Series of Monographs in Aeronautics and Astronautics). Oxford-New York, Pergamon Press, 1982.</p>

913 18 1G 5 PRV UE 998	Mécanique Générale 3 (X31P120)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Mécanique Générale 3 (X31P120)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	5
Responsable de l'unité d'enseignement	BOUZID RABAH
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unités d'enseignement pré-requis(es)	Les UE de mécanique de première et deuxième années Les UE de mathématiques : Algèbre, analyse.
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _CMI/ICM
<b>Programme</b>	
Objetifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cette UE, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcule le champ cinématique d'un solide indéformable</li> <li>- Calcule le moment d'inertie de solide tridimensionnel</li> <li>- Calcule le tenseur cinétique d'un solide tridimensionnel</li> <li>- Sait formuler un problème de dynamique de solide indéformable</li> <li>- Sait appliquer le principe fondamental de la dynamique dans le cas de choc des systèmes</li> <li>- Sait calculer les états d'équilibre des systèmes à l'aide du principe des travaux virtuels et des théorèmes de l'énergie</li> <li>- Sait formuler un problème de dynamique à l'aide des équations de Lagrange.</li> </ul>

Table des matières	
1	Où est ce que c'est que la Mécanique 9
1.1	Ma section . . . . . 9
1.2	Objet du cours de mécanique . . . . . 10
1.3	Branches scientifiques de la mécanique . . . . . 10
1.4	Domaines d'applications de la mécanique . . . . . 11
1.5	Unités et symboles . . . . . 12
1.5.1	Unités et symboles dans le système international (SI) . . . . . 12
1.5.2	Préfixes d'unités dans le Système International . . . . . 13
1.5.3	Alphabets grecs . . . . . 14
2	Applications antisymétriques. Torseurs 15
2.1	Produit scalaire et produit vectoriel . . . . . 15
2.1.1	Produit scalaire . . . . . 15
2.1.2	Produit vectoriel . . . . . 16
2.2	Applications symétriques et antisymétriques . . . . . 16
2.3	Champs vectoriels équiprojectifs . . . . . 16
2.4	Champs antisymétriques . . . . . 17
2.5	Résultante et moment d'un champ vectoriel . . . . . 17
2.5.1	Cas de champs discrets . . . . . 17
2.5.2	Cas de champs continus . . . . . 18
2.6	Torseurs . . . . . 18
2.7	Exercices . . . . . 18
2.7.1	Calcul vectoriel . . . . . 18
2.7.2	Calcul torseur . . . . . 18
3	Forces et système de forces 19
3.1	Notion de force . . . . . 19
3.2	Moment d'un vecteur lié par rapport à un point . . . . . 19
3.2.1	Notion de moment . . . . . 19
3.2.2	Définition du vecteur moment . . . . . 20
3.2.3	Propriétés du vecteur moment . . . . . 21
3.2.4	Principe de transmissibilité . . . . . 21
3.3	Moment d'un vecteur lié par rapport à un axe . . . . . 22
3.3.1	Cas particuliers . . . . . 23
3.3.2	Exemple : calcul du moment par rapport au axe d'un repère orthonormal . . . . . 23
3.4	Relation de transport des moments . . . . . 24
3.5	Système de forces . . . . . 25
3.5.1	Résultante d'un système de forces . . . . . 25
3.5.2	Moment résultant en un point . . . . . 25
3.5.3	Torseur des forces . . . . . 26
3.5.4	Système de forces nul . . . . . 26
3.5.4.1	Complète . . . . . 26
3.5.4.2	Statique Faculté des Sciences et des Techniques de Nantes
3.5.6	Equivalence des systèmes de forces . . . . . 27
3.6	Travaux dirigés . . . . . 28
3.6.1	Projection de forces . . . . . 28
3.6.2	Calcul de résultante . . . . . 28
3.6.3	Calcul d'un système de forces . . . . . 28
3.6.4	Orientation des moments . . . . . 28
3.6.5	Principe de réduction en résultante . . . . . 29
3.6.6	Quadrilatère en panne 1 . . . . . 29
4	Principe Fondamental de la Statique 31
4.1	Systèmes matériels, solides matériels . . . . . 31
4.2	Repères et référentiels d'observation . . . . . 31
4.2.1	Repère d'espace et de temps . . . . . 31
4.2.2	Représentation, référentiel galiléen . . . . . 31
4.3	Equilibre d'un système matériel . . . . . 32
4.3.1	Théorème de la force résultante . . . . . 32
4.3.2	Théorème du moment résultant . . . . . 32
4.4	Mise en application du principe fondamental de la statique . . . . . 32
4.5	Principe des actions mutuelles (Principe de l'action-réaction) . . . . . 32
4.6	Travaux dirigés . . . . . 34
4.6.1	Corps soumis à deux forces . . . . . 34
4.6.2	Calcul des réactions d'appui . . . . . 34
4.6.3	Pendule dévié . . . . . 36
4.6.4	Bloc sur plan incliné frottant . . . . . 37
4.6.5	Peintre sur une échelle . . . . . 38
4.6.6	Disque en roue libre . . . . . 40
4.6.7	Problème de levier . . . . . 42
4.6.8	Deux plaques . . . . . 43
4.6.9	Disque sur une barre élastique (facultatif) . . . . . 45
4.6.10	Etude d'un engrenement de cylindres . . . . . 46
4.6.11	Echelle double . . . . . 50
4.6.12	Torseur d'une charge répartie linéique . . . . . 50
4.6.13	Application 1 : charge répartie linéique . . . . . 51
4.6.14	Application 2 . . . . . 52
4.6.15	Eclairage . . . . . 52
4.6.16	Retenue d'eau . . . . . 54
4.6.17	Statique d'un portique isostatique . . . . . 54
4.6.18	entité . . . . . 54
4.6.19	Equilibre d'une structure treillis . . . . . 55
5	Mouvements des repères - cinématique des solides 57
5.1	Solide indéformable . . . . . 57
5.2	Angles d'Euler . . . . . 58
5.3	Trajectoire, champs de vitesse et d'accélération d'un solide . . . . . 59
5.3.1	Trajectoire . . . . . 59
5.3.2	Vitesse . . . . . 59
5.3.3	Accélération . . . . . 59
5.4	Champ de vitesse d'un solide . . . . . 60
5.4.1	Propriétés des champs de vitesses des solides rigides . . . . . 60
5.4.2	Dérivation d'un vecteur de longueur constante . . . . . 61
5.4.3	Signification géométrique de la résultante cinématique . . . . . 61
5.5	Champ d'accélération d'un solide . . . . . 62
5.6	Relations de dérivations entre les repères . . . . . 62
5.7	Vitesse de glissement au point de contact de deux solides . . . . . 63
5.8	Exercices . . . . . 63
5.8.1	Vitesse de rotation instantanée . . . . . 63
5.8.2	Pendule double . . . . . 63
Rabah BOUZIDI — page 4	
Statique Faculté des Sciences et des Techniques de Nantes	
5.8.3	Roulement à billes . . . . . 64
5.8.4	Typ 3D . . . . . 64
5.8.5	Mécanisme d'un moulin . . . . . 65
5.8.6	Roue de bicyclette . . . . . 66
5.8.7	Calcul de la vitesse de glissement . . . . . 66
6	Géométrie des masses 69
6.1	Systèmes matériels . . . . . 69
6.2	Centre de masse, masse spécifique . . . . . 69
6.3	Centre de masse . . . . . 70
6.4	Symétrie matérielle . . . . . 70
6.5	Théorème de Guldin . . . . . 71
6.6	Moment d'inertie . . . . . 71
6.6.1	Opérateur d'inertie . . . . . 72
6.6.2	Axes principaux d'inertie . . . . . 73
6.6.3	Est des plans de symétrie matérielle sur les produits d'inertie . . . . . 73
6.6.4	Cas des corps plans . . . . . 74
6.7	Théorème d'Huygens . . . . . 74
6.8	Exercices . . . . . 75
6.8.1	Centre de masse . . . . . 75
6.8.2	Théorème de Guldin . . . . . 75
6.8.3	Torseurs d'inertie . . . . . 76
6.8.4	Disque cylindrique . . . . . 76
6.8.5	Opérateur d'inertie d'une toupie . . . . . 77
6.8.6	Opérateur d'inertie d'un cylindre . . . . . 77
6.8.7	Opérateur central principal d'inertie . . . . . 77
7	Chaque 79
7.1	Torseur cinétique . . . . . 79
7.1.1	Cas d'un système de masses ponctuelles . . . . . 79
7.1.2	Cas d'un système matériel . . . . . 79
7.2	Torseur dynamique . . . . . 80
7.2.1	Cas de masses ponctuelles . . . . . 80
7.2.2	Cas des systèmes matériels . . . . . 80
7.3	Torseur cinétique et dynamique pour un solide indéformable . . . . . 80
7.3.1	Calcul du torseur cinétique . . . . . 81
7.3.2	Calcul du torseur dynamique . . . . . 81
7.4	Energie cinétique . . . . . 82
7.5	Théorème de Koenigs . . . . . 83
7.5.1	Théorème de Koenigs relatif au moment cinétique . . . . . 83
7.5.2	Théorème de Koenigs relatif au moment dynamique . . . . . 84
7.5.3	Théorème de Koenigs relatif à l'énergie cinétique . . . . . 84
7.6	Exercices . . . . . 85
7.6.1	Moment cinétique d'un pendule . . . . . 85
7.6.2	Chaîne de traqueur . . . . . 85
7.6.3	Inertie plane . . . . . 86
7.6.4	Barre en rotation . . . . . 86
7.6.5	Pendule double . . . . . 86
7.6.6	Mouvement pendulaire d'une plaque . . . . . 86
8	Dynamique Newtonienne 89
8.1	Lois fondamentales de la dynamique . . . . . 89
8.2	Repères galiléens . . . . . 90
8.3	Théorèmes généraux . . . . . 90
8.3.1	Théorème de la résultante dynamique : TRD . . . . . 90
8.3.2	Théorème moment dynamique : TMD . . . . . 91
8.3.3	Théorème de la conservation de la quantité de mouvement . . . . . 91
Rabah BOUZIDI — page 5	
Statique Faculté des Sciences et des Techniques de Nantes	
8.3.4	Cas particuliers des mouvements communs . . . . . 91
8.4	Puissance, travail et énergie potentielle . . . . . 91
8.4.1	Définition du travail d'une force . . . . . 91
8.4.2	Définition de la puissance d'une force . . . . . 92
8.4.3	Définition de l'énergie potentielle . . . . . 92
8.5	Théorèmes de l'énergie . . . . . 93
8.5.1	Théorème de l'énergie cinétique . . . . . 93
8.5.2	Théorème de la conservation de l'énergie mécanique . . . . . 93
8.6	Exercices . . . . . 95
8.6.1	Solide en glissement . . . . . 95
8.6.2	Chute d'une tige sur un sol . . . . . 95
8.6.3	Bacculement d'un demi disque . . . . . 95
8.6.4	Mouvement commensal d'une barre simplement appuyée . . . . . 96
8.6.5	Mouvement en double rotation d'une plaque rectangulaire . . . . . 96
8.6.6	Mouvement commensal d'un cube . . . . . 98
8.6.7	Mouvement au frottement d'un chariot sur un rail . . . . . 98
9	Dynamique des chocs 101
9.1	Définition des chocs et des percussions . . . . . 101
9.1.1	Choc de deux solides . . . . . 101
9.1.2	Notion de percussions . . . . . 101
9.1.3	Torseur d'une percussions . . . . . 102
9.2	Théorèmes généraux sur les chocs . . . . . 102
9.2.1	Théorème de la résultante dynamique . . . . . 102
9.2.2	Théorème du moment dynamique . . . . . 103
9.3	Lois de contact du choc . . . . . 103
9.3.1	Loi de contact normal . . . . . 104
9.3.2	Loi de contact tangentielle . . . . . 104
9.4	Exercices . . . . . 104
9.4.1	Choc d'une barre sur un point fixe . . . . . 104
9.4.2	Choc d'une barre sur un plan fixe . . . . . 105
9.4.3	Choc d'une barre sur un plan incliné . . . . . 106
9.4.4	Pendule balistique . . . . . 108
9.4.5	Choc d'une masse avec une table . . . . . 110
9.4.6	Choc de balles d'une échelle . . . . . 112
9.4.7	Impact d'un disque sur un autre . . . . . 114
10	Dynamique des systèmes oneres 117
10.1	Définition et hypothèses . . . . . 117
10.2	Principe fondamental de la dynamique . . . . . 117
10.2.1	Théorème de la résultante dynamique . . . . . 118
10.2.2	Théorème du moment dynamique . . . . . 118
10.3	Exercices . . . . . 119
10.3.1	Mouvement d'une fusée . . . . . 119
10.3.2	Mouvement d'un chariot que l'on remplit . . . . . 119
10.3.3	Tourbillon d'arnage . . . . . 120
10.3.4	Mouvement d'une chaine . . . . . 120
11	Equilibre et stabilité - Formalisme lagrangien 123
11.1	Liaisons mécaniques . . . . . 123
11.1.1	Coordonnées généralisées . . . . . 123
11.1.2	Définition d'une liaison mécanique . . . . . 124
11.1.3	Liaisons géométriques et liaisons cinématiques . . . . . 124
11.1.4	Système holonome, non-holonome, sclérotome et rhéonome . . . . . 125
11.1.5	Déplacements compatibles, déplacements virtuels . . . . . 125
11.2	Equilibre des systèmes . . . . . 126
11.2.1	Méthode des travaux virtuels . . . . . 126
Rabah BOUZIDI — page 6	
Statique Faculté des Sciences et des Techniques de Nantes	
11.2.2	Théorème de Lagrange-Dirichlet . . . . . 127
11.2.3	Conditions de stationnarité et de stabilité . . . . . 128
11.3	Equations de Lagrange . . . . . 129
11.3.1	Théorème de d'Alembert . . . . . 129
11.3.2	Equations de Lagrange . . . . . 129
11.4	Exercices . . . . . 132
11.4.1	Equilibre Pendule double . . . . . 132
11.4.2	Equilibre d'une échelle double . . . . . 132
11.4.3	Tripod . . . . . 132
11.4.4	Chaine élastique . . . . . 133
11.4.5	Mécanisme à deux barres-roues . . . . . 134
11.4.6	Equations de Lagrange - disque roulant . . . . . 134
11.4.7	Equations de Lagrange - Masse coulisant sur un cercle . . . . . 135
11.4.8	Equations de Lagrange - Régulateur de Watt . . . . . 138
11.4.9	Mouvement d'une barre . . . . . 140
11.4.10	Mouvement de deux barres . . . . . 140
11.4.11	Petits mouvements d'un disque . . . . . 141
11.4.12	Entraînement d'un disque par un autre . . . . . 142

Méthodes d'enseignement	Cours magistraux TD Distanciel (rappels)
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 40h Répartition : CM : 20h TP : 0h TD : 20h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	Mécanique des solides indéformables, Babak BOUZIDJ - Anh Le van, Jean-Christophe Thomas, Lavoisier, 2014. Dynamique, Principes classique et relativistes, Max Basset, Hermann, 1962 Theoretical mechanics with an introduction to Lagrange mechanics, SCIENTIA Publishing CO, 1967 Mécanique points matériels, solides, fluides, J Ph Perz, Masson 1992. Cours de mécanique, tomes 1 & 2, Josef Bierni, Office des publications universitaires Mécanique générale, Tahar Hani, Office des publications universitaires

<b>913 18 LG 5 PHY UE 994</b>	<b>Résistance des matériaux (X31P130)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Résistance des matériaux (X31P130)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	5
Responsable de l'unité d'enseignement	THOMAS JEAN-CHRISTOPHE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cette U.E., l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modélise une structure élastique dans son environnement par un modèle unidimensionnel et justifie son choix en autonomie</li> <li>• Détermine le tenseur des efforts de cohésion dans une poutre par équilibre local ou méthode des coupures</li> <li>• Utilise les lois de comportement généralisées pour relier les déplacements et les efforts internes</li> <li>• Calcule les déformées de structures isostatiques de type barre, poutre de Bernoulli et de Timoshenko, treillis et portique</li> <li>• Calcule les déformées de structures hyperstatiques en utilisant les théorèmes énergétiques</li> <li>• Détermine la répartition des contraintes dans une structure</li> <li>• Justifie le dimensionnement à partir de critères de type déplacements ou contraintes maximales</li> <li>• Confronte les modélisations des barres et des poutres à des résultats expérimentaux et discute le domaine de validité</li> <li>• Sait utiliser les équipements de mesure usuels en mécanique</li> </ul>

Contenu	<p><b>Cours et TD</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modélisation d'une structure élastique</li> <li>2. Torseur de cohésion <ul style="list-style-type: none"> <li>- effort normal, efforts tranchants, moment de flexion, moment de torsion, coupures, équilibre local</li> </ul> </li> <li>3. Cinématique <ul style="list-style-type: none"> <li>- section droite, hypothèses de Bernoulli, hypothèse de Timosenko</li> </ul> </li> <li>4. Lois de comportement</li> <li>5. Calculs de structures isostatiques <ul style="list-style-type: none"> <li>- barres, poutres, treillis, portiques</li> </ul> </li> <li>6. Calculs de structures hyperstatiques <ul style="list-style-type: none"> <li>- énergie de déformations, théorème de Castigliano, théorème de Ménabréa</li> <li>- calculs de barres, poutres, treillis et portiques</li> </ul> </li> <li>7. Dimensionnement des structures <ul style="list-style-type: none"> <li>- critères de dimensionnement</li> </ul> </li> </ol> <p><b>Distanciel</b></p> <p><b>TP</b></p> <p><b>1) Treillis</b>  Comparaison entre la prédiction des modèles analytique pour une structure de type treillis et les déplacements expérimentaux relevés aux nœuds de la structure grâce à des comparateurs (à levier ou classique)</p> <p><b>2) Poutre en flexion et torsion</b>  Calcul de moment quadratique pour une structure réelle de type poutre en I. Relevé des dimensions grace à un pied à coulisse.  Comparaison entre la prédiction des modèles analytique pour une structure de type poutre et les déplacements expérimentaux relevés sur la structure grâce à un comparateur numérique.  Identification du module d'élasticité de la poutre en minimisant une fonctionnelle sur le logiciel Excel.</p> <p><b>3) Portique</b>  Comparaison entre la prédiction des modèles analytique pour une structure de type portique et les déplacements expérimentaux relevés sur la structure grâce au suivi de points particuliers. Deux photographies, à l'état initial et à l'état déformé, des cibles tracées à la surface de la structure permettent en utilisant le logiciel de traitement d'image REGRESSI-REGAVI de mesurer le déplacement de ces points.  La structure est traitée dans deux configurations de conditions aux limites pour aborder les problèmes isostatiques et hyperstatiques.</p> <p><b>4) Poutre hyperstatique</b>  Comparaison entre la prédiction des modèles analytique pour une structure de type poutre hyperstatique et les déplacements expérimentaux relevés sur la structure grâce à un comparateur numérique.</p>	
	Méthodes d'enseignement	
	Volume horaire total	<b>TOTAL : 40h Répartition : CM : 14h TP : 12h TD : 14h CI : 0h</b>
	Enseignement à distance	oui (4h)
	Bibliographie	

<b>913 18 LG 5 CLI UE 1427</b>	<b>Ouverture professionnelle - Physique (X31T040)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Ouverture professionnelle - Physique (X31T040)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	5
Responsable de l'unité d'enseignement	PERCEVAUX MARIE CHRISTINE
<b>Place de l'enseignement</b>	

Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	L'UE 'Découverte et connaissance du monde du travail - Communication professionnelle' est en continuité de l'UE 'Projet Professionnel de l'Etudiant', en permettant à l'étudiant de mettre à jour ses compétences et de poursuivre sa réflexion sur son projet professionnel, initiées en Licence 2. Les étudiants arrivant d'autres facultés et n'ayant pas bénéficié d'un enseignement en lien avec la construction de leur projet professionnel auront un accompagnement spécifique pour avoir tous les éléments nécessaires à la réflexion.
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Physique, L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM, L3 Physique : Physique - CMI Ingé. Nuclé. et Appli. _ CMI-INA, L3 Physique : Physique / mineure Chimie
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Projet Professionnel : recherche de stage et poursuite d'études</p> <p>A l'issue de cette UE, l'étudiant saura :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- optimiser sa méthodologie de recherche de stage</li> <li>- décrypter une offre de stage</li> <li>- réactualiser ses compétences et remettre son CV à jour</li> <li>- le fonctionnement des réseaux sociaux professionnels et créer son profil</li> <li>- utiliser les services de l'université pour ses recherches de stage ou d'emploi.</li> </ul> <p>Découverte et connaissance du monde du travail</p> <p>A l'issue de cette UE, l'étudiant aura :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- travaillé en équipe sur les différentes structures et organisations possibles rencontrées dans le monde du travail (statut juridique, services, organigramme, taille, valeurs, partenaires..)</li> <li>- étudié une structure en particulier, en lien avec son projet professionnel</li> <li>- par le biais d'un jeu de rôle, pris conscience du rôle des différents services (RH, marketing, commercial,...) d'une structure dans le développement et le déploiement d'un projet</li> <li>- connaissance de ses droits et devoirs en tant que stagiaire et aura travaillé sur sa manière de s'intégrer et de s'adapter dans un nouveau milieu professionnel</li> <li>- connaissance de ce qu'est l'entrepreneuriat et des dispositifs en lien à l'université</li> </ul> <p>Communication</p> <p>Au terme de l'UE 'Ouverture Professionnelle', l'étudiant connaîtra :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les principes fondamentaux de la communication systémique et interpersonnelle, utiles pour communiquer en milieu professionnel</li> <li>- la manière d'exprimer un message clair, précis, bienveillant, à la reformulation et à l'expression d'un feedback</li> </ul>
Contenu	<p>L'enseignement de cette UE est réparti comme suit :</p> <p>1. Des séances de TD permettant de travailler en mode projet sur la recherche de stage et la communication orale : méthodologie, CV, lettre de motivation, utilisation du réseau professionnel LinkedIn, de l'outil CareerCenter et certains réseaux pour les scientifiques tels que Researchgate.</p> <p>2. Des séances de TD permettant de vivre et de comprendre le fonctionnement d'une structure professionnelle. Ces séances permettront également à l'étudiant de réfléchir à son positionnement en tant que stagiaire dans un environnement professionnel.</p> <p>2h40 : TD 1 : <b>Méthodologie de recherche de stage</b> : réflexion sur les objectifs pour ce stage, construction des différentes étapes de la recherche, décryptage d'une offre, mise à jour des compétences, du CV et personnalisation de la lettre de motivation.</p> <p>1h20 : TD 2 : <b>Outils de recherche de stage</b> : CareerCenter, LinkedIn : présentation et temps pour remplir son profil.</p> <p>2h40 : TD 3 : <b>Communication orale</b> : les fondamentaux de la communication, le non verbal, comment construire une présentation professionnelle pour se présenter à un recruteur (pitch), adopter une posture professionnelle.</p> <p>4h00 : TD 4 : <b>Simulations d'entretiens</b> en sous-groupes autonomes et <b>présentation du pitch</b> (évaluation).</p> <p>4h00 : TD 5 : Les différentes structures et organisations possibles dans le monde du travail / Droits et devoirs du stagiaire.</p> <p>1h20 : TD 6 : <b>L'après licence</b> : en sous-groupes, argumentation de ses perspectives post-licence.</p> <p><b>Enseignement en distanciel</b></p> <p>Avant certaines séances de TD (TD1, TD2, TD3, TD5), un enseignement en distanciel sera proposé aux étudiants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Outils de mise en réflexion sur les objectifs du stage recherchés ;</li> <li>Documents à lire de façon à pouvoir les mettre en œuvre autour de la méthodologie de recherche de stage ;</li> <li>Power points à visionner sur les outils Career Center et LinkedIn ;</li> <li>Vidéos à visionner sur les différentes organisations et types de métiers exercés dans une organisation ;</li> <li>Quizz à réaliser sur les droits et devoirs du stagiaire.</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Travaux en groupe de TD et en sous-groupe (par 3 ou par 6).</li> <li>• Mise à disposition d'outils de réflexion personnelle et de sources d'information.</li> <li>• Pédagogie inversée : réflexion individuelle à partir de supports. de réflexion et restitution en groupe, présentations orales faites par les étudiants.</li> </ul> <p>Autoévaluation et prise de conscience des apprentissages réalisés.</p>
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 16h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 16h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (1.6h)

Bibliographie	Site CareerCenter : <a href="http://univ-nantes.jobteaser.com/fr/backend">http://univ-nantes.jobteaser.com/fr/backend</a> Lien LinkedIn : <a href="https://fr.linkedin.com/">https://fr.linkedin.com/</a> Lien ResearchGate : <a href="https://www.researchgate.net/">https://www.researchgate.net/</a>
---------------	---

913 18 LG 5 TR UE 2132	Stage libre (X31T200)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Stage libre (X31T200)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	5
Responsable de l'unité d'enseignement	
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Chimie : Chimie / mineure Chimie Avancée, L3 Chimie : Chimie Biologie, L3 Chimie : Chimie / mineure Physique, L3 Chimie : Chimie / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire EEP, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM, L3 Physique : Physique - CMI Ingé. Nuclé. et Appli. _ CMI-INA, L3 Maths : Maths / mineure CMI Ingénierie Statistique _ CMI-IS, L3 Info : Maths Info / mineure CMI OPTIM, L3 SPI : Electronique, Energie Electrique, Automatique _ EEA, L3 SPI : Génie Civil, L3 Info : Informatique / mineure Informatique, L3 Maths : Maths Economie, L3 Info : Maths Info / mineure Maths Info, L3 Maths : Maths / mineure Maths, L3 Info : MIAGE / mineure MIAGE Gestion, L3 Info : MIAGE / mineure MIAGE Info, L3 Physique : Physique, L3 Physique : Physique / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP, L3 Physique : Physique / mineure Chimie, L3 Physique : Mécanique, L3 SV : Advanced Biology Training ABT, L3 SV : Biologie Cellulaire et Moléculaire BCM, L3 SV : Biologie Cellulaire et Physiologie Animale BCPA, L3 SV : Sciences du Végétal et de l'Aliment SVA / mineure SVA, L3 SV : Sciences du Végétal et de l'Aliment SVA / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP, L3 SV : Biologie Cellulaire Vétro Agro BCVA, L3 SVT : Biologie Écologie _ BE, L3 SVT : Biologie, Géologie, Environnement BGE / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP, L3 SVT : Biologie, Géologie, Environnement BGE / mineure Enseigner les SVT, L3 SVT : Biologie, Géologie, Environnement BGE / mineure Environnement, L3 SVT : Sciences de la Terre et de l'Univers STU
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
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	

913 18 LG 6 PHY UE 1069	Stage (X32T040)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Stage (X32T040)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	6

Responsable de l'unité d'enseignement	
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Physique, L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Physique / mineure Chimie, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM, L3 Physique : Physique - CMI Ingé. Nuclé. et Appli. _ CMI-INA
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TP : 0h TD : 0h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	non
Bibliographie	

<b>913 18 LG 6 PHY UE 1051</b>	<b>Mesure Physique (X32P100)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Mesure Physique (X32P100)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	6
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	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ 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>• Maîtrise le vocabulaire et les concepts de la métrologie</li> <li>• Connait les mesurandes d'intérêt en mécanique et les technologies de capteurs associés</li> <li>• Sait contrôler l'homogénéité d'une équation en s'appuyant sur l'analyse dimensionnelle</li> <li>• Calcule en autonomie les incertitudes de mesure pour un protocole de mesure donné</li> <li>• Identifie les différentes fonctions électroniques d'une chaîne d'acquisition</li> <li>• Vérifie le dimensionnement du corps d'épreuve d'un capteur de force à l'aide d'un outil de CAO et de calcul éléments finis en autonomie</li> </ul>
Contenu	<p><b>Chapitre 1) : contexte et panorama de la mesure en mécanique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définitions du vocabulaire de la mesure</li> <li>• Histoire de la mesure, évolution des étalons de longueur et de temps</li> <li>• La mesure en mécanique, quelques exemples d'application</li> <li>• Panorama des techniques de mesure courantes</li> <li>• Analyse dimensionnelle</li> </ul> <p><b>Chapitre 2) Incertitudes de mesure</b></p> <p><b>Chapitre 3) Chaîne de mesure, montage électronique, capteurs</b></p> <p><b>Chapitre 4) Focus sur quelques techniques particulières</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les capteurs optiques</li> <li>• Les mesures de champ</li> </ul> <p><b>Chapitre 5) Conception d'un capteur de force</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principe de fonctionnement d'un capteur de force</li> <li>• Vérification du comportement du corps d'épreuve d'un capteur de force avec le logiciel CATIA</li> </ul>

Méthodes d'enseignement	Cours Magistraux TD TD en salle informatique
Volume horaire total	<b>TOTAL : 20h Répartition : CM : 10h TP : 0h TD : 10h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (2h)
Bibliographie	La Mesure et l'instrumentation G.Prieur et M.Nadi Mathématique de la planète terre Damien Gayet Techniques de l'Ingénieur -Unités de mesure SI Techniques de l'ingénieur r1860 Capteurs : principes et utilisations F. Baudoin M.Lavabre

<b>913 18 LG 6 PHY UE 1053</b>	<b>Vibrations des systèmes discrets (X32P110)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Vibrations des systèmes discrets (X32P110)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	6
Responsable de l'unité d'enseignement	THOMAS JEAN-CHRISTOPHE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cette U.E., l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Met en équation un problème de vibrations des systèmes discrets à 1 degré de liberté en autonomie, par principe fondamental de la dynamique ou par équations de Lagrange</li> <li>• Identifie les grandeurs relatives au mouvement de dynamique ( masse, amortissement, pulsation propre, fréquence propre)</li> <li>• Résout le problème vibratoire 1 ddl pour les mouvements libres amortis ou non</li> <li>• Résout le problème vibratoire 1 ddl pour les mouvements forcés amortis ou non</li> <li>• Modélise une structure de type poutre par un système équivalent 1 ddl, et détermine sa première fréquence propre</li> </ul>
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Met en équation un problème de vibrations des systèmes discrets à 1 degré de liberté en autonomie, par principe fondamental de la dynamique ou par équations de Lagrange</li> <li>• Identifie les grandeurs relatives au mouvement de dynamique ( masse, amortissement, pulsation propre, fréquence propre)</li> <li>• Résout le problème vibratoire 1 ddl pour les mouvements libres amortis ou non</li> <li>• Résout le problème vibratoire 1 ddl pour les mouvements forcés amortis ou non</li> <li>• Modélise une structure de type poutre par un système équivalent 1 ddl, et détermine sa première fréquence propre</li> </ul> <p>1. Systèmes à 1 degré de liberté</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mise en équation (PFD, théorèmes énergétiques, mécanique analytique)</li> <li>- résolution du système libre sans et avec prise en compte de l'amortissement</li> <li>- résolution du système forcée sans et avec prise en compte de l'amortissement</li> <li>- cas particuliers: échevon, indice (par transformées de Laplace), harmoniques (méthode directe, transformées de Laplace, complexes), sollicitations périodiques (Transformées de Fourier)</li> </ul> <p>2. Modélisation d'un système complexe par un système à 1 ddl</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modélisation du système (masse équivalente, raideur équivalente)</li> <li>- comparaison avec calcul analytique ou numérique</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	Cours et TD, pré-requis sur Madoc
Volume horaire total	<b>TOTAL : 20h Répartition : CM : 10h TP : 0h TD : 10h CI : 0h</b>

Enseignement à distance	oui (2h)
Bibliographie	

913 18 LG 6 PHY UE 1054	Mécanismes, CAO et simulations (X32P120)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Mécanismes, CAO et simulations (X32P120)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	6
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	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ 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>• Lit un dessin d'ensemble de mécanisme simple ou un dessin de définition de pièces en autonomie.</li> <li>• Réalise des plans de pièces mécaniques en autonomie</li> <li>• Dessine un schéma cinématique de mécanisme simple en autonomie.</li> <li>• Analyse une liaison mécanique constituée de plusieurs liaisons pour déterminer la liaison équivalente.</li> <li>• Dessine un mécanisme constitué de pièces simples à l'aide d'un outil de CAO (CATIA) en autonomie</li> <li>• Réalise la mise en plan d'un assemblage à l'aide d'un outil de CAO en autonomie</li> <li>• Réalise des calculs de pré-dimensionnement sur des pièces mécaniques simples à l'aide d'un outil de CAO</li> </ul>
Contenu	<p><b>Cours et TD</b></p> <p><b>Chapitre 1 : communication technique</b> Règles du dessin techniques, composants standards (visserie, clavette, joints,...). Dessin de définition et dessins d'ensemble</p> <p><b>Chapitre 2 : schémas cinématiques</b> Liaisons, Graphe des liaisons et schémas cinématiques pour des mécanismes simples</p> <p><b>Chapitre 3 : liaisons équivalentes</b> Liaisons en série et liaisons en parallèle</p> <p><b>TP : apprentissage de la CAO avec le logiciel CATIA V5</b></p> <p><b>Séance 1 et 2 : présentation du logiciel et prise en main</b> Base du dessin avec un logiciel de CAO. Initiation au module volumique. Dessin de pièces volumiques simples.</p> <p><b>Séance 3 : assemblage</b> Présentation de l'atelier « Assembly design » de CATIA. Présentation de la bibliothèque Tracepart online. Assemblage des pièces dessinées lors des deux premières séances, des composants de visserie et des composants standards.</p> <p><b>Séance 4 : mise en en plan 2D</b> Présentation de l'atelier « drafting » de CATIA. Mise en plan des pièces dessinées lors des deux premières séances.</p> <p><b>Séance 5 : Initiation au module de calcul EF</b> Présentation de l'atelier « Generative Structural Analysis » de CATIA. Vérification du dimensionnement d'une équerre sous chargement statique.</p> <p><b>Séance 6 : séance de synthèse</b></p> <p><b>Distanciel</b> Initiation au prototypage rapide en utilisant à la fois CATIA et le logiciel Zortrax, de la machine de prototypage rapide en possession du département. Initiation aux fonctionnalités de paramétrage du logiciel CATIA.</p>

Méthodes d'enseignement	Cours TD en partie, en salle de dessin sur tables TP en salle informatique Distanciel en support des TP de CAO
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 40h Répartition : <b>CM</b> : 8h <b>TP</b> : 24h <b>TD</b> : 8h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	André Chevalier - Guide du dessinateur industriel Jean-Louis Fanchon - Guide des sciences et technologies industrielles

<b>913 18 LG 6 PHY UE 1056</b>	<b>Comportement mécanique des matériaux (X32P130)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Comportement mécanique des matériaux (X32P130)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	6
Responsable de l'unité d'enseignement	FRANCOIS MARC
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	s4-phy-mécanique des milieux déformables Mécanique des milieux déformables 913 17 LG 4 PHY UE 960 s4-phy-physique moderne 1 Physique moderne 1 913 17 LG 4 PHY UE 956
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette UE, l'étudiant : <ul style="list-style-type: none"> <li>• détermine la ou les propriété(s) mécanique(s) à optimiser dans un problème technologique de mécanique simple</li> <li>• trouve le matériau optimal à utiliser pour répondre au mieux à ce problème à partir des tables d'Ashby et Jones [MF, YL]</li> <li>• calcule la réponse unidimensionnelle de matériaux viscoélastiques linéaires et élastoplastiques (plasticité parfaite et écrouissage cinématique linéaire)</li> </ul>
Contenu	Propriétés mécaniques des matériaux solides : élasticité, dureté, résilience, cout, masse volumique, conduction thermique Critères de choix optimal : méthode d'Ashby et Jones. Utilisation des tables de propriétés. Choix de matériaux dans des cas technologiques concrets. Théories unidimensionnelles de la viscoélasticité linéaire : Kelvin-Voigt et Maxwell et de l'élasto-plasticité : parfaite et écrouissage cinématique linéaire
Méthodes d'enseignement	Document de cours en ligne - distanciel partiel. Cours magistral, travaux dirigés, travaux pratiques numériques.
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 20h Répartition : <b>CM</b> : 10h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 10h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (2h)
Bibliographie	Material Selection in Mechanical Design, Michael F. Ashby, Elsevier, ISBN : 0-7506-6168-2

<b>913 18 LG 6 PHY UE 1058</b>	<b>Thermodynamique-Energétique (X32P140)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Thermodynamique-Energétique (X32P140)

Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	6
Responsable de l'unité d'enseignement	CARPY SABRINA
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	s5-phy-Mécanique des fluides (913 17 LG PHY UE 992)
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ 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>• connaît la forme générique des lois de conservation de la thermomécanique.</li> <li>• est capable d'étendre les lois de la thermodynamique classique aux milieux continus et de les appliquer aux machines à circulation de fluides.</li> <li>• sait réaliser un bilan de masse, d'énergie, d'entropie, de quantité de mouvement, de moment cinétique et d'exergie.</li> <li>• Connaît les mécanismes de productions d'entropie et destruction d'exergie et comprend les causes d'irréversibilité dans une machine.</li> <li>• est capable de calculer des pertes ou des gains de charge le long d'un circuit hydraulique en utilisant le théorème de Bernoulli généralisé, déduit du premier principe de la thermodynamique pour les systèmes ouverts.</li> <li>• Sait calculer l'élévation de température ou le flux à fournir (resp. à évacuer) pour chauffer (resp. pour refroidir), connaissant la géométrie, les conditions aux limites et toutes les caractéristiques physiques du fluide et/ou du solide.</li> <li>• est capable de réaliser une analyse thermodynamique dans un rotor de turbomachines.</li> <li>• est capable de tracer différentes transformations sur des diagrammes thermodynamiques à partir des mesures relevées dans les installations expérimentales (pression, températures, hygrométrie, débit)</li> <li>• sait calculer un travail, un flux de chaleur, une puissance mécanique, une puissance hydraulique, des rendements, des coefficients de performances ou d'efficacité à partir des mesures relevées dans les installations expérimentales (pression, températures, hygrométrie, volume, vitesse d'écoulement, couple)</li> </ul>
Contenu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Extension de la « thermodynamique classique » aux milieux continus</li> <li>2. Etablissement des équations de la thermomécanique des fluides</li> <li>3. Etablissement de l'équation de la chaleur et de ses conditions aux limites</li> <li>4. Applications aux machines thermiques et aux turbomachines</li> </ol> <p><b>Travaux pratiques :</b> Transferts thermiques, pompes, climatiseur, moteur stirling</p>
Méthodes d'enseignement	Cours, Travaux dirigés, Travaux Pratiques, Distanciel
Volume horaire total	<b>TOTAL : 28h Répartition : CM : 14h TP : 0h TD : 14h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (2.8h)
Bibliographie	Energétique, concept et applications, M. feidt, Dunod

<b>913 18 LG 6 PHY UE 1062</b>	<b>Introduction à la méthode des éléments finis (X32P150)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Introduction à la méthode des éléments finis (X32P150)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	6
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	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ 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>• Formule l'équilibre d'une structure à l'aide du théorème du minimum de l'énergie potentielle totale.</li> <li>• Formule l'équilibre des éléments finis par le théorème de l'énergie et le Principe des Puissances Virtuelles.</li> <li>• Modélise une structure en éléments finis et estime la qualité de l'approximation.</li> <li>• Assemble les systèmes d'équilibres élémentaires pour construire le système d'équilibre global de la structure.</li> <li>• Prend en compte les conditions aux limites en forces et en déplacements par la méthode directe.</li> <li>• Prend en compte les conditions aux limites cinématiques à l'aide des multiplicateurs de Lagrange</li> <li>• Mène un post-traitement sur les éléments finis barre et poutre.</li> <li>• Programme ses routines de calculs éléments finis pour la résolution de problèmes de barres en élasticité linéaire.</li> </ul>
Contenu	<p>TP : Programmation d'un code de calcul d'éléments treillis plan</p> <p><b>Séance 1</b> : Présentation de l'environnement de programmation MATLAB. Présentation de la structure du code, des données d'entrées et des données attendues en sortie.</p> <p><b>Séance 2</b> : Programmation, de la partie, préprocesseur du programme : calcul de la matrice raideur de la structure et réarrangement du système pour la prise en compte des conditions aux limites et des chargements imposés</p> <p><b>Séance 3</b> : Programmation, de la partie, postprocesseur du programme : calcul des déformations et des contraintes</p> <p><b>Séance 4</b> : Validation et débogage du code à travers des comparaisons avec les problèmes traités en TD ou par comparaison avec la structure treillis étudiée expérimentalement au premier semestre (module RDM).</p>
Méthodes d'enseignement	Cours TD TP
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 44h Répartition : <b>CM</b> : 14h <b>TP</b> : 16h <b>TD</b> : 14h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (4.4h)
Bibliographie	Klaus-Jürgen Bathe Finite Element Procedures

<b>913 18 LG 6 PHY UE 1066</b>	<b>Analyse numérique pour la mécanique (X32P160)</b>
Intitulé de l'unité d'enseignement	Analyse numérique pour la mécanique (X32P160)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	6
Responsable de l'unité d'enseignement	RAHMANI AHMED
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	

Contenu	<p>1/ Résolution numérique des équations non linéaires</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Localisation et séparation des racines</li> <li>*Méthode de bisection (ou de dichotomie)</li> <li>*Méthode des approximations successives ou du point fixe</li> <li>*Méthode de Newton-Raphson</li> </ul> <p>2/ Résolution numérique des systèmes d'équations non linéaires</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Localisation et séparation des racines par des méthode graphiques</li> <li>*Méthode des substitutions successives (ou du point fixe)</li> <li>*Méthodes de Jacobi et de Gauss-Seidel (non linéaire)</li> <li>*Méthode de Newton-Raphson</li> </ul> <p>3/ Résolution numérique des systèmes d'équations linéaires</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Systèmes d'équations linéaires à matrice particulière</li> <li>*Méthodes exactes à algorithmes finis <ul style="list-style-type: none"> <li>-Méthode de Gauss</li> <li>-Méthode Gauss-Jordan</li> </ul> </li> <li>*Méthodes itératives <ul style="list-style-type: none"> <li>-Principe des méthodes itératives</li> <li>-Méthode de Jacobi}</li> <li>-Méthode de Gauss-Seidel</li> <li>-Méthode de relaxation</li> </ul> </li> <li>*Méthodes d'optimisation <ul style="list-style-type: none"> <li>-Méthode du gradient et du gradient conjugué</li> </ul> </li> </ul> <p>4/ Interpolation numérique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Rappels sur les polynômes orthogonaux</li> <li>*Interpolation par un système de fonctions linéairement indépendantes</li> <li>*Interpolation en puissance de x</li> <li>*Polynômes d'interpolation de Lagrange</li> <li>*Polynômes d'interpolation de Newton</li> <li>*Interpolation par des fonctions splines</li> </ul> <p>5/ Approximations de fonctions</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Rappels - espace vectoriel normé, espace préhilbertien</li> <li>*Meilleure approximation dans un espace vectoriel normé</li> <li>*Mesure de la qualité d'une approximation</li> <li>*Méthode des moindres carrés pour les modèles linéaires</li> </ul> <p>6/ Dérivations numériques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Formules de dérivation numérique</li> <li>*Différences progressives, régressives et centrées</li> </ul> <p>7/ Résolutions numériques des équations différentielles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Différentes approches de résolution numérique des équations différentielles</li> <li>*Méthode d'Euler (méthode à un pas)</li> <li>*Méthodes de Runge-Kutta</li> </ul> <p>8/ Intégrations numériques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Formules de quadrature de précision n</li> <li>*Formules de quadrature de Newton-Cotes</li> <li>*Formules de quadrature de Gauss</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 40h Répartition : CM : 14h TP : 14h TD : 12h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	

<b>913 18 LG 6 PHY EC 2086</b>	<b>Analyse numérique (X32P041)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Analyse numérique (X32P041)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	6
Responsable de l'unité d'enseignement	RAHMANI AHMED
<b>Place de l'enseignement</b>	

Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de ce module, l'étudiant saura :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- connaître les méthodes élémentaires pour l'interpolation</li> <li>- calculer numériquement une intégrale</li> <li>- résoudre un système d'équations linéaires et non linéaires</li> <li>- Comprendre les méthodes élémentaires pour résoudre un système d'équations différentielles</li> <li>- manipuler les applications simples sur les nombres aléatoires</li> <li>- Comprendre le mécanisme des dérivations numériques</li> <li>- Choisir la méthode numérique adéquate en fonction de la nature du problème à résoudre</li> </ul>
Contenu	<p><b>Objectif :</b> Introduction aux différentes méthodes numériques et à leur application en physique.</p> <p><b>Programme :</b></p> <p>1 Interpolation 1.1 Formule de Lagrange 1.2 Algorithme de Neville</p> <p>2 Intégration 2.1 Méthode des trapèzes, Simpson 2.3 Méthode de Romberg 2.4 Méthode de Gauss</p> <p>3 Equations non linéaires 3.1 Méthode Bisection 3.2 Méthode de Newton-Raphson</p> <p>4 Systèmes d'équations linéaires 4.1 Méthode de Gauss-Jordan 4.3 Matrices triangulaires 4.4 Méthode LU 4.5 Méthodes itératives</p> <p>5 Equations différentielles 5.1 Equation générale d'ordre n, réduction à n=1 5.2 Méthode d'Euler 5.3 Méthode de Runge-Kutta</p> <p>6 Dérivations numériques 6.1 Formules de dérivation numérique 6.2 Différences progressives, régressives et centrées</p> <p>7 Nombres aléatoires 7.1 Nombres aléatoires uniformes 7.2 Applications simples</p>
Méthodes d'enseignement	Cours magistraux
Volume horaire total	<b>TOTAL : 14h</b> Répartition : <b>CM : 14h TP : 0h TD : 0h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (1.4h)
Bibliographie	

<b>913 18 LG 6 PHY EC 2088</b>	<b>TD TP analyse numérique mécanique (X32P162)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	TD TP analyse numérique mécanique (X32P162)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence

Semestre	6
Responsable de l'unité d'enseignement	RAHMANI AHMED
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de ce module, l'étudiant saura :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- connaître les méthodes élémentaires pour l'interpolation</li> <li>- calculer numériquement une intégrale</li> <li>- résoudre un système d'équations linéaires et non linéaires</li> <li>- Comprendre les méthodes élémentaires pour résoudre un système d'équations différentielles</li> <li>- manipuler les applications simples sur les nombres aléatoires</li> <li>- Comprendre le mécanisme des dérivations numériques</li> <li>- Choisir la méthode numérique adéquate en fonction de la nature du problème à résoudre</li> <li>- réaliser des programmes en langage Python pour résoudre des problèmes en physique avec des méthodes numériques</li> </ul>
Contenu	<p><b>Travaux dirigés :</b>          Mise en oeuvre d'une des méthodes numériques suivantes vues en cours pour résoudre un problème :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Interpolation</li> <li>2 Intégration</li> <li>3 Equations non linéaires</li> <li>4 Systèmes d'équations linéaires</li> <li>5 Equations différentielles</li> <li>6 Dérivations numériques</li> <li>7 Nombres aléatoires</li> </ol> <p><b>Travaux pratiques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en pratique de certaines méthodes de calcul numériques vues en CM et TD, pour la résolutions de problèmes de physique.</li> <li>• Cette mise en pratique sera réalisée par l'écriture de programmes informatiques en langage Python.</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 26h Répartition : CM : 0h TP : 14h TD : 12h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (2.6h)
Bibliographie	

<b>913 18 LG 6 LA UE 504</b>	<b>Anglais Professionnel Physique (X32A040)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Anglais Professionnel Physique (X32A040)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	UFR Sciences
Niveau	licence
Semestre	6
Responsable de l'unité d'enseignement	LE RESTE CECILE MARIE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	Anglais 3 et 4, ou équivalent.

Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Physique : Physique, L3 Physique : Physique / mineure Chimie, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM, L3 Physique : Physique - CMI Ingé. Nuclé. et Appli. _ CMI-INA, L3 Physique : Mécanique, L3 Physique : Physique / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	À l'issue de cet enseignement, l'étudiant-e sera capable de : 1. réaliser un rapport dans le cadre d'un projet de groupe impliquant une mise en situation dans un contexte professionnel simulé 2. rédiger un texte dans un anglais clair et grammaticalement approprié au contexte, dans le cadre d'un projet de groupe 3. faire une présentation orale s'appuyant sur le travail de groupe préparé dans le rapport écrit, en s'exprimant dans un anglais clair et phonologiquement approprié et en communiquant avec un degré d'aisance et de spontanéité qui rende possible une interaction normale avec un locuteur natif, sans recours excessif aux notes 4. utiliser des outils de présentation adaptés à la situation de communication 5. répondre à des questions de compréhension sur des documents audio authentiques
Contenu	1. Développement du vocabulaire utilisé en anglais professionnel (vocabulaire susceptible d'être utilisé dans les tests TOEIC) 2. Discussion des spécificités des CV aux États-Unis et en Grande-Bretagne 3. Contenu d'une lettre de motivation 4. Déroulement d'un entretien d'embauche 5. Vocabulaire utilisé lors des communications téléphoniques 6. Pratique de l'oral en contexte 7. Sensibilisation au système phonologique de l'anglais pour améliorer la prise de parole des étudiant-e-s
Méthodes d'enseignement	Mixte
Volume horaire total	<b>TOTAL : 16h Répartition : CM : 0h TP : 0h TD : 16h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (1.6h)
Bibliographie	Aucun ouvrage obligatoire

<b>913 18 LG 6 TR UE 2133</b>	<b>Stage libre (X32T200)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Stage libre (X32T200)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	licence
Semestre	6
Responsable de l'unité d'enseignement	
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	L3 Chimie : Chimie / mineure Chimie Avancée, L3 Chimie : Chimie Biologie, L3 Chimie : Chimie / mineure Physique, L3 Chimie : Chimie / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire EEP, L3 Physique : Mécanique - CMI Ingé. Calcul Méca. _ CMI-ICM, L3 Physique : Physique - CMI Ingé. Nuclé. et Appli. _ CMI-INA, L3 Maths : Maths / mineure CMI Ingénierie Statistique _ CMI-IS, L3 Info : Maths Info / mineure CMI OPTIM, L3 SPI : Electronique, Energie Electrique, Automatique _ EEA, L3 SPI : Génie Civil, L3 Info : Informatique / mineure Informatique, L3 Maths : Maths Economie, L3 Info : Maths Info / mineure Maths Info, L3 Maths : Maths / mineure Maths, L3 Info : MIAGE / mineure MIAGE Gestion, L3 Info : MIAGE / mineure MIAGE Info, L3 Physique : Physique, L3 Physique : Physique / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP, L3 Physique : Physique / mineure Chimie, L3 Physique : Mécanique, L3 SV : Advanced Biology Training ABT, L3 SV : Biologie Cellulaire et Moléculaire BCM, L3 SV : Biologie Cellulaire et Physiologie Animale BCPA, L3 SV : Sciences du Végétal et de l'Aliment SVA / mineure SVA, L3 SV : Sciences du Végétal et de l'Aliment SVA / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP, L3 SV : Biologie Cellulaire Vétro Agro BCVA, L3 SVT : Biologie Écologie _ BE, L3 SVT : Biologie, Géologie, Environnement BGE / mineure Enseigner à l'Ecole Primaire _ EEP, L3 SVT : Biologie, Géologie, Environnement BGE / mineure Enseigner les SVT, L3 SVT : Biologie, Géologie, Environnement BGE / mineure Environnement, L3 SVT : Sciences de la Terre et de l'Univers STU

<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TP : 0h TD : 0h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	non
Bibliographie	

Dernière modification par JULIENNE-APHECETCHE KARINE, le 2018-09-04 15:01:38