
Guide pédagogique

«Mécanique et matériaux »

Module PRISM-SYM-9.1 (6 crédits ECTS)

Place du module et enjeux

Après une solide formation en ingénierie système dispensée en S8 du département PRISM, ce module 'métier' intervient en S9 et complète les connaissances des élèves dans les domaines de la modélisation du comportement dynamique des systèmes mécaniques et de la sélection des matériaux.

Teaching guide and syllabus

“Mechanics and materials”

PRISM-SYM-9.1 (6 ECTS credits)

Subject matter importance and associated issues

After receiving a solid training in system engineering delivered in S8 PRISM department, this 'mechanics/materials disciplinary' module takes place in S9 and completes the knowledge of students in mechanical systems dynamic modeling and material selection.

Responsable :Nicolas DACLIN
Téléphone : 04 34 24 62 66
Courriel : nicolas.daclin@mines-ales.fr

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
Mécanique et matériaux	46h		
○ Vibration des structures	20	1	4
○ Propriétés et sélection des matériaux	26	1	

Matière 1 :

Vibration des structures	
Code : PRISM-SYM 9.1.1	Titre du module : Mécanique et matériaux
Semestre : S9	Cursus de rattachement : Département PRISM, option SYM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
20	25	12	0	6	0	2	5	2	/

Titre	<i>Vibration des structures</i>
résumé	

Responsable	<i>Stéphane Corn</i>
Equipe enseignante	<i>Stéphane Corn</i>

Mots-clés	
Prérequis	Cours de Mécanique Générale, Pratique de la méthode des Eléments Finis

Contexte et objectif général :

Ce cours propose les bases nécessaires à la modélisation, au calcul et à la compréhension du comportement vibratoire des systèmes mécaniques et des structures. Il permet l'analyse dynamique des modèles simplifiés de systèmes mécaniques et des modèles numériques complets de structures déformables. L'objectif principal de cet enseignement est de donner aux élèves-ingénieurs les outils nécessaires à la compréhension et à l'analyse de structures soumises à des sollicitations dynamiques, stationnaires ou transitoires. Il intègre l'apprentissage de méthodologies de résolution analytique de modèles simplifiés, et l'utilisation d'un logiciel de calcul en éléments finis pour prédire la réponse dynamique de structures.

Programme et contenu :

- Introduction. Présentation du contexte scientifique et industriel. Problématique du dimensionnement.
- Etude d'un système discret à 1 ddl avec ou sans amortissement. Vibrations libres et réponse forcée. Résonance.
- Détermination des vitesses critiques. Isolation vibratoire par la technique des masses accordées.
- Etude des systèmes discrets à n ddl. Calcul des quantités modales. Propriétés de la base modale.
- Réponse dynamique d'un système discret par la technique de superposition modale. Facteurs de participation.
- Application de ces notions à la simulation de structures modélisées en éléments finis (logiciel Ansys).

Méthode et organisation pédagogique :

Ce cours, d'un volume total de 20 h, est sanctionné d'un contrôle écrit de 2h. Cet enseignement est organisé autour de 12 h de "cours-TD" complété par 6 h de TP de pratique numérique (calcul éléments finis).

Acquis d'apprentissage visés :

Etre capable de :

- définir, pour un système de solides ou une structure, un modèle mécanique dynamique paramétré
- établir les équations du mouvement à partir des théorèmes généraux ou énergétiques
- calculer les fréquences propres et déformées modales d'un système
- estimer les vitesses critiques, et connaître l'influence de l'amortissement
- analyser la réponse fréquentielle et spatiale d'une structure à comportement linéaire

Evaluation :

1 contrôle écrit de 2h

Retour sur l'évaluation fait à l'élève :

Support pédagogique et références :

Matière 2 :

Propriétés et sélection des matériaux	
Code : PRISM-SYM 9.1.2	Titre du module : Mécanique et matériaux
Semestre : S9	Cursus de rattachement : Département PRISM, option SYM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
26	32	10	0	14	0	2	6	2	/

Titre	<i>Propriétés et sélection des matériaux</i>
résumé	Cours de stratégie de choix matériaux / procédés en conception mécanique

Responsable	<i>José-Marie Lopez-Cuesta</i>
Equipe enseignante	<i>Clément Lacoste, José-Marie Lopez-Cuesta, Didier Perrin (C2MA)</i>

Mots-clés	Sélection des matériaux/procédés, Indices de performance, Compromis d'objectifs
Prérequis	Cours de matériaux 1L3

<p>Contexte et objectif général : Choisir le bon matériau pour une application donnée est un problème complexe, qui fait intervenir différentes propriétés du matériau qu'il faut combiner au mieux : certaines doivent être maximisées (résistance, module, ténacité, etc.), d'autres au contraire minimisées (poids, coût, impact environnemental, etc.). La forme des matériaux et les procédés d'élaboration et de finition interviennent également dans les problématiques de sélections des matériaux. Ce cours a pour objectif l'apprentissage de méthodologie de choix de matériaux. S'appuyant sur l'exploitation simple de diagrammes de propriétés et d'indices de performances et du logiciel CES (<i>méthodologie d'Ashby</i>), il permet comprendre comment trouver rapidement les matériaux les mieux adaptés pour une application. Ce cours aborde également la méthodologie d'analyse de la valeur ainsi que des méthodes de conflits d'objectifs en lien avec l'optimisation des moyens de mise en œuvre en fonction des séries de produits/matériaux à fabriquer. Enfin, un bilan carbone / énergie de production primaire est étudié en fonction des types de matériaux retenus pour la confection de produit (ex : impact du cycle de vie des bouteilles en verre / bouteilles en plastique).</p>
<p>Programme et contenu : 1- Analyse de la valeur et choix des matériaux/procédés ; 2- Bases de données Matériaux et propriétés ; 3- Diagrammes de propriétés et indices de performance ; 4- Choix multicritères et méthodologie de prise de décision de choix matériaux ; Méthodes de résolution multi-contraintes, multi-objectifs (compromis d'objectifs).</p>
<p>Méthode et organisation pédagogique : Cet enseignement est décomposé en un cours de 6h et des travaux dirigés/TP sur logiciel. Des supports sont mis à disposition : photocopié regroupant le cours et les exercices, publications diverses, études de cas, glossaires des termes techniques de mécanique/matériaux anglais-français, tutoriel du logiciel et synthèse des principales sollicitations mécaniques et thermiques en rapport avec les sujets traités en cours. L'évaluation de l'enseignement se fait au travers d'études de cas (contrôle écrit avec exploitation du logiciel CES et rendu sous forme de document WORD) seul ou en binôme d'élèves.</p>
<p>Acquis d'apprentissage visés : Etre capable de choisir un matériau à partir d'un cahier des charges donné en définissant des indices de performance prenant en compte différents caractéristiques des matériaux (propriétés, mise en forme, coût...).</p>
<p>Evaluation : CE 2h</p>
<p>Retour sur l'évaluation fait à l'élève :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultation des copies sur demande expresse de l'élève Délais de correction des examens : 3 semaines
<p>Support pédagogique et références :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Logiciel CES année en cours téléchargeable sur ordinateur élève (date de validité 1 an) ; <p>Support complet écrit également, études de cas, glossaires des termes techniques de mécanique/matériaux anglais-français, tutoriel du logiciel et synthèse des principales sollicitations mécaniques et thermiques).</p>

Méthode et organisation pédagogique

Cf. détail par matières ci-dessus.

Modalité d'évaluation

Le niveau d'acquisition des compétences sera évalué selon les exigences suivantes :

N° indicateur	Indicateur
1	connaître les savoirs formels et pratiques du socle des fondamentaux
2	Exploiter les savoirs théoriques et pratiques
3	Analyser, interpréter, modéliser, émettre des hypothèses, et résoudre

Répartition

Matière	Contrôle	Coefficients	Type de notation	Indicateurs évalués	Chapitres
Vibration des structures	DS	1	individuelle	3	Tous
Propriétés et sélection des matériaux	DS	1	Individuelle	3	Tous

Engagement de l'étudiant, éthique et professionnalisme

La démarche éthique est définie dans le règlement intérieur de l'établissement. Chaque étudiant s'engage à en prendre connaissance et à la respecter.

Nombre d'heures estimées de travail personnel : pour acquérir les compétences demandées, il est nécessaire que l'étudiant consacre minimum 45 min de travail personnel de compréhension et d'approfondissement par séance de cours.

Nombre d'heures estimées de préparation aux travaux dirigés (TD) :

Pour chaque enseignement un temps de travail personnel est conseillé. Ce volume est indiqué dans la colonne « Travail personnel » de chaque matière

Pénalité pour retard (Conformément à l'article 3.3 du Règlement de scolarité, les enseignants peuvent appliquer des pénalités en cas de remise tardive de rapport sans motif valable (la validité du motif est laissée à l'appréciation de l'enseignant).

Tout travail remis en retard sans motif valable peut être pénalisé de 1 point par jour de retard, ou se voir attribuer la note de zéro.

Équipe enseignante *(présenter ici l'équipe enseignante, son expertise, ses coordonnées)*

Nom	Domaine d'expertise	Téléphone	Courriel
Stephane Corn	Mécanique	04 66 78 5629	Prenom.Nom@mines-aes.fr /
Jose-Marie Lopez-Cuesta	Matériaux	5334	
Clément Lacoste	Matériaux	5655	
Didier Perrin	Matériaux	5369	

ACADEMIC TEACHING	Teaching hours	Coefficients	Credits
Mechanics and materials	46 h		
○ Structural vibrations	20	1	4
○ Properties and selection of materials	26	1	

Class 1

Structural vibrations	
Code : PRISM-SYM 9.1.1	Module title : Mechanics and materials
Semester: S9	Classification : PRISM department, SYM option

Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
20	25	12	0	6	0	2	5	2	/

Title	<i>Structural vibrations</i>
Summary	

Head	<i>Stéphane Corn</i>
Teaching team	<i>Stéphane Corn Patrick Ienny C2MA, Patrice Riou PFM</i>

Key words	
Prerequisites	General Mechanics Course, Practice of the Finite Elements Method

Context and general objective:

This course provides the knowledge required to model, calculate and understand the vibration behaviour of mechanical systems and structures. It allows the dynamic analysis of simplified models of mechanical systems and of numerical models of deformable structures. The main objective of this course is to provide to students the essential tools to understand and analyze structures subjected to dynamic, stationary or transient stresses. It includes the learning of methodologies for the analytical resolution of simplified models, and the use of finite element computation software to predict the dynamic response of structures.

Programme and contents:

- Introduction. Presentation of the scientific and industrial context. Design challenges.
- Study of a discrete 1 dof system with or without damping. Free vibrations and forced response. Resonance.
- Identification of critical speeds. Vibration isolation through the technique of tuned masses.
- Study of discrete systems with n dof. Calculation of modal quantities. Properties of the modal base.
- Dynamic response of a discrete system by the modal superposition technique. Participation factors.
- Application of these concepts to the simulation of structures modelled in finite elements (Ansys software).

Method and pedagogic organisation:

This course, with a total volume of 20 hours, is sanctioned by a 2-hours written test. This teaching is organized around 12 hours of "TD-course" supplemented by 6 hours of numerical practice (finite element computation).

Targeted skills or knowledge:

Be able to:

- define, for a solid system or structure, a parameterized dynamic mechanical model
- establish the equations of motion from the dynamic balance or energy theorems
- calculate the natural frequencies and mode shapes of a system
- estimate critical speeds, and know the influence of damping
- analyse the frequency and spatial response of a linear behaviour structure

Evaluation:

1 exam 2h

Feedback made to the student:

Teaching material and references:

Class 2

<i>Properties and selection of materials</i>
--

Code : SYM 9.1.2	Module title : Mechanics and materials
Semester: S9	Classification : PRISM department / SYM option

Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
26	32	10	0	14	0	2	6	2	/

Title	<i>Properties and selection of materials</i>
Summary	Selection of materials and processes in mechanical design

Head	<i>José-Marie Lopez-Cuesta</i>
Teaching team	<i>Clément Lacoste, José-Marie Lopez-Cuesta, Didier Perrin (C2MA)</i>

Key words	Material / Process Selection, Performance Indices, Objective Compromise
Prerequisites	1L3 Materials lectures

<p>Context and general objective: Choosing the right material for a given application is a complex problem, which involves different properties of the material that must be combined at the best: some must be maximized (strength, modulus, toughness, etc.), while others have to be minimized (weight, cost, environmental impact, etc.). Shape changes and process selection are also involved in materials selection. This course aims to learn methodology of choice of materials. Based on the easy use of property and performance charts and the CES software (Ashby's methodology), it allows to understand how to quickly find the best materials for an application. This course also deals with the methodology of value analysis as well as methods of conflicting objectives related to the optimization of the means of implementation according to the series of products / materials to be manufactured. Eventually, a carbon / energy balance of primary production is studied according to the types of materials selected for the manufacture of product (ex: impact of the life cycle of glass bottles / plastic</p>
<p>Programme and contents: 1- Value analysis and choice of materials / processes; 2- Databases Materials and properties; 3- Property diagrams and performance indices; 4- Choice of criteria and decision-making methodology of choice of materials; 5- Multi-purpose resolution methods, multi-objectives (goal tradeoff).</p>
<p>Method and pedagogic organisation: This teaching is broken down into a lecture of 6 hours and tutorials / TP on software about 10h. Supports are made available: handout of the course and exercises, various publications, case studies, glossaries of the technical terms of mechanics / materials English-French, software tutorial and synthesis of the main mechanical and thermal stresses related to the subjects processed in progress. The evaluation of the teaching is done through case studies (written control with exploitation of the CES software and made in the form of a WORD document) alone or in pairs of students.</p>
<p>Targeted skills or knowledge: Being able to choose a material from a given specification by defining performance indices taking into account different characteristics of materials (properties, formatting, cost ...).</p>
<p>Evaluation : written exam 2 h duration</p>
<p>Feedback made to the student :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultation of copies at the student's express request • Exam correction times: 3 weeks.
<p>Teaching material and references :</p> <ul style="list-style-type: none"> • CES software available during the academic year • Powerpoint document of the course

Method and teaching organisation

See details by subject above.

Testing procedures

The student's level of knowledge acquisition will be evaluated according to the following points:

N° Indicator	Indicator
1	To know the formal and practical knowledge constituting the foundation of a given field
2	Exploit theoretical and practical knowledge
3	Analyse, interpret, model, hypothesize and solve problems

Grading scheme:

Class	Exam	Coefficients	Administration mode	Evaluated Indicators	Chapters
Structural vibrations	DS	2	Individual	3	All
Properties and selection of materials	DS	2	Individual	3	All

Student commitments, ethics and professionalism

Expectations concerning ethics are defined in the establishment's code of conduct. Each student is expected to know and respect the code of conduct.

Estimated hours of personal study: *in order to acquire the required learning level, the student is expected (must) to spend a minimum of 45min of personal study time per hour spent in class.*

Estimated hours of preparation required for labs/Work Shop:

For each class a personal working time is recommended. This volume is indicated in the "Personal work" column of each subject

Late penalties *(According to article 3.3 of the Teaching Code, teachers can administer penalties for reports/homework that are late without a valid justification (validity is left to the teacher's best judgement)).*

Any work submitted late without valid reason may be penalized by 1 point per day of delay, or given a score of zero.

Teaching team

Name	Field of expertise	Phone	Email
<i>Stephane Corn</i>	Mechanics	04 66 78 5629	Prenom.Nom@mines-aes.fr
<i>Jose-Marie Lopez-Cuesta</i>	Materials	5334	
<i>Clément Lacoste</i>	Materials	5655	
<i>Didier Perrin</i>	Materials	5369	

Approbation

Ce guide pédagogique entre en vigueur à compter du...

Il est porté à la connaissance des élèves par une publication sur

Rédaction	Vérification	Validation
L'enseignant responsable du module :	Le responsable d'UE / de département :	Le directeur de l'école, Pour le directeur et par délégation, Le directeur de la DFA / de la DE :