
Guide pédagogique

Module Mécanique TC 5.4 (5 crédits ECTS)

Place du module et enjeux

Dans la démarche de conception des produits et des systèmes industriels, la validation fonctionnelle d'un système requiert le dimensionnement des éléments (structures, pièces mécaniques, liaisons, matériaux) qui le constituent. En particulier, la résistance de ces éléments aux sollicitations mécaniques en service nécessite de prédire les contraintes et les déformations qui en résultent afin d'optimiser le choix des géométries et matériaux. Le module *Mécaniques* a pour objectif l'apprentissage des méthodes de dimensionnement des systèmes mécaniques. Il s'appuie sur un approfondissement des connaissances dans le domaine de la construction mécanique industrielle, sur les méthodes calcul des efforts et de leurs effets au sein des éléments structuraux et sur la compréhension des notions de contraintes, déformations et lois de comportement des milieux déformables.

Teaching guide and syllabus

Module Mechanics of deformable solids TC 5.4 (5 ECTS credits)

Subject matter importance and associated issues

Inside the design process of industrial products and systems, the functional validation of a system requires the sizing of its elements (structures, mechanical parts, connections, materials). In particular, the resistance of these elements to mechanical loads in service leads to predict the resulting stresses and deformations in order to optimize the choice of the geometries and materials. The *Mechanics of deformable solids* module aims to learn the methods for designing mechanical systems. It is based on a deepening of knowledge in the field of industrial mechanical engineering, on methods for calculating forces and their effects within structural elements and on the understanding of the concepts of stresses, deformations and laws of behaviour of deformable medias.

CORN

Responsable : Stéphane

Téléphone : 0466785629



IMT Mines Alès
École Mines-Télécom

Courriel :

stephane.corn@mines-ales.fr

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
Mécaniques des milieux déformables	66 h		
○ Construction Mécanique Industrielle	21	1	5
○ Résistance des matériaux	45	2	

Titre de la Conférence introductive présentant les enjeux et l'encrage du module dans les problématiques technologiques et sociétales.	Intervenant (nom/ statuts/ expertise)

Matière 1 :

<i>Titre de la matière : Construction Mécanique Industrielle</i>	
Code : TC 5.4	Titre du module : Mécanique
Semestre : S6	Cursus de rattachement : Tronc commun

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
21h	21h	13h	6h			2h		1	

Titre	Construction Mécanique Industrielle
résumé	Approfondissement des connaissances de base dans le domaine de la Construction Mécanique Industrielle.

Responsable	<i>Jean-Jacques BALANCHE Département Génie Civil</i>
Equipe enseignante	<i>Jean-Jacques BALANCHE, Jean-Claude BERMEJO, Bernard MICHAUD, Alain SOUCHON</i>

Mots-clés	Dessin d' ensemble, dessin de définition, coupes, sections, guidages en translation et en rotation, schématisation, cotation, désignation des matériaux, procédés d' obtention de pièces mécaniques.
------------------	--

Programme et contenu :
<p>1 - Schématisation, modélisation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schémas mécaniques (cinématique, technologique)., schémas normalisés, règles de représentation. - Dessin et croquis à main levée pour exprimer une idée ou une observation, esquisser une solution. <p>2 - Les liaisons mécaniques: assemblages et guidages, solutions constructives d'assemblage, éléments standards.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guidage en rotation par glissement et par éléments roulants. - Guidage en translation par glissement et par éléments roulants. <p>3 - Relation produit-procédé-matériau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Familles de matériaux : Matériaux métalliques, plastiques, composites - Désignation normalisée des aciers, fontes, alliages d'aluminium et de cuivre - Caractéristiques mécaniques principales d'un matériau - Procédés d'élaboration : moulage, forgeage estampage, laminage, soudage, usinage ...règles de tracé.

<p>Méthode et organisation pédagogique :</p> <p>Du point de vue des méthodologies d'apprentissage, l'enseignement est fondé sur l'analyse de systèmes réels associés à des dossiers ou ressources aidant à la conceptualisation. L'enseignement est organisé autour de cinq modules complémentaires couvrant l'ensemble des capacités à acquérir.</p>
<p>Capacités à développer :</p> <p>La formation vise à donner à l'élève Ingénieur la capacité à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier, justifier l'organisation fonctionnelle et structurelle d'un produit ou d'un système pluritechnique. - Mettre en œuvre, analyser son fonctionnement et y associer des modèles de comportement. - Effectuer des calculs simples relatifs aux grandeurs associées aux fonctions du système. - valider le choix du couple matériau - procédé d'élaboration au regard de la géométrie et des spécifications.
<p>Evaluation : Une évaluation individuelle en salle.</p> <p>Sujet portant sur toutes les parties développées dans le Cours.</p>
<p>Retour sur l'évaluation fait à l'élève :</p> <p>Les copies sont à disposition et peuvent être commentées sur demande. L'équipe enseignante se mobilise pour un rendu des notes 3 semaines après les contrôles.</p>

Matière 2 :

<i>Titre de la matière : Résistance des Matériaux</i>	
Code : TC 5.4	Titre du module : Mécanique
Semestre : S6	Cursus de rattachement : Tronc commun

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
45	60	21	20			2x2h Challenge pont spaghetti	15	2	

Titre	Résistance des Matériaux
résumé	Donner les bases du dimensionnement de structures dont les éléments sont soumis à des sollicitations mécaniques.

Responsable	<i>Michel FERLUT, direction des études</i>
Equipe enseignante	<i>André FORNER, vacataire ; Etienne Malachanne, C2MA ; Romain LEGER, C2MA ; Youssef EL BITOURI, C2MA ; Michel FERLUT, direction des études.</i>

Mots-clés	Résistance, matériaux, dimensionnement, forces , moments, efforts normaux, efforts tranchants, moments de flexion, contraintes, déformations, contraintes normales, compression, traction, flexion, contraintes tangentielles, cisaillement, flambement
Prérequis	Même si des rappels sont faits en début de cours il est indispensable de connaître les principes de base de la statique et notamment la notion de force et de moment. La manipulation et la projection de vecteurs est indispensable. Nous aborderons la résistance des matériaux sur des problèmes principalement en 2D ou les problèmes 3D seront ramenés à des problèmes 2D, les torseurs ne seront donc pas utilisés.

Contexte et objectif général :

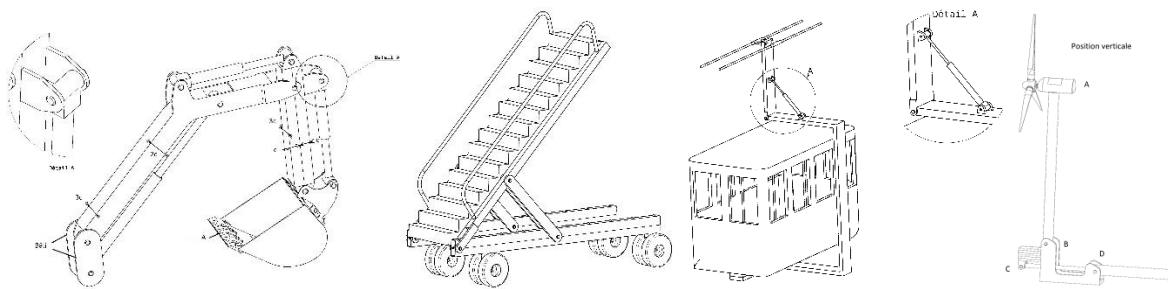
Dimensionner au plus juste un système mécanique soumis à un système d'efforts afin de le rendre performant et ainsi se procurer un avantage concurrentiel est l'objectif de la résistance des matériaux. La capacité à résister est incontournable mais l'aspect performance et coût sont importants car une structure trop lourde peut être dans certains cas préjudiciable, un avion trop lourd consommera trop, sera trop cher à la production et trop coûteux en exploitation. Un autre facteur à ne pas négliger est la capacité à concevoir rapidement une structure car elle aura été calculée au préalable, cela évitera les phases empiriques de prototypages souvent coûteuses en temps et en moyens avant d'arriver à un résultat satisfaisant mais souvent pas optimisé.

Dimensionner signifie définir le couple (dimensions, matériau) le plus adapté. Comprenons par système mécanique un ensemble d'éléments assemblés et devant résister à des sollicitations mécaniques, il peut s'agir de structures métalliques, en béton, en matériaux polymères, composites,

Dans notre cas nous ne considérerons que des matériaux homogènes et isotropes. Nous resterons dans le cadre de la théorie des poutres, cela signifie que les éléments constitutifs des systèmes étudiés ont une dimension parmi les 3 qui est bien supérieure aux 2 autres. Nous calculons la section transversale. Nous considérerons également que les déformations induites par les efforts appliqués sont faibles.

Il s'agira dans ce cours de faire découvrir aux élèves les principes de base du dimensionnement afin qu'ils comprennent mieux les structures qui nous entourent et la manière avec laquelle elles sont sollicitées.

Des exemples traités :



Programme et contenu :

Chapitre 1 :

Définition des objectifs : dimensionner consiste à définir le couple (matériau, dimensions des sections)
 Détermination des efforts internes appliqués aux sections, les sollicitations (effort normal N, efforts tranchants T_x , T_y , moment de torsion M_t , moments de flexion M_f_y , M_f_z)
 Principe fondamental de la statique
 Les efforts aux liaisons

Chapitre 2 :

Contrainte normale due à l'effort normal N, $\sigma = N/S$.
 Déformations ($\epsilon = E \cdot \sigma$, méthode énergétique)

Chapitre 3 :

Contrainte normale due à un moment de flexion M_{fz} , $\sigma = M_f_z / I_{Gz} \cdot y$.
 Déformations ($y'' = M / (E \cdot I)$, méthode énergétique)

Chapitre 4 :

Contrainte de cisaillement transversal pur due à l'effort tranchant T, $\tau = T/S$.

Chapitre 5 :

Contrainte de cisaillement longitudinal due au moment de flexion, $\tau = T \cdot \sigma / (I \cdot b)$.

Chapitre 6 :

Flambement eulérien pour des poutres soumises à des efforts normaux de compression. Charge critique de flambement.

Chapitre 7 :

Résolution de structures hyperstatiques simples par la méthode énergétique.

Méthode et organisation pédagogique :

Le premier cours est une prise de contact, il consiste notamment à définir sous la forme d'une carte mentale ce qu'est la résistance des matériaux. Cette vision est ainsi construite et partagée par les étudiants, cela permet de fixer les objectifs de cours de manière générale.

L'apprentissage est organisé avec une alternance de cours de 1h15 en amphitheatre et de travaux dirigés de 2h. Les cours en amphitheatre se déroulent en promotion complète (230 élèves), les travaux dirigés sont en 1/6 de promotion. Pour les travaux dirigés les élèves sont organisés par petits groupes de 5 à 6, ils travaillent en groupe et résolvent les problèmes posés, l'enseignant, après avoir présenté le sujet et fait quelques commentaires passe de groupe en groupe afin de répondre aux questions. Les multiples tableaux dans les salles permettent de réagir aux questions et en faire profiter tous les groupes s'ils le souhaitent. Les corrections sont dans le polycopié.

Le polycopié est distribué aux étudiants en début du premier cours en amphitheatre, il est constitué d'un résumé des parties du cours ainsi que d'exercices et contrôles des années précédentes corrigés.

Cet apprentissage est complété par un challenge qui consiste à demander aux élèves de construire un pont en spaghetti suivant un cahier des charges précis. Ce challenge constitue un champ d'application pour une partie du cours. Il fait partie de l'évaluation des capacités des élèves.

Acquis d'apprentissage visés :

Savoir, connaître, être capable de (appliquer, synthétiser....)

Etre capable de modéliser un système mécanique (schéma minimal avec les efforts associés)

Etre capable d'appliquer le principe fondamental de la statique afin de déterminer les valeurs des efforts s'appliquant sur le système

Etre capable de tracer les sollicitations (M, N, T)

Etre capable de calculer les contraintes normales et tangentielles dues à N, M et T et dimensionner

Etre capable de dimensionner une pièce soumise à du flambement par la charge critique d'Euler

Connaître une méthode de résolution de système hyperstatique simple

Etre capable de construire un prototype de pont en respectant un cahier des charges

Evaluation :

Deux évaluations individuelles en salle.

La première porte sur le premier chapitre, il permet à l'élève de s'évaluer sur les bases qui lui sont nécessaires pour pouvoir assimiler la suite du cours, c'est-à-dire la capacité à tracer des sollicitations sur un système mécanique soumis à des efforts.

La deuxième évaluation porte sur le même sujet, la question du premier contrôle est une nouvelle fois posée mais l'objectif est de s'assurer que les élèves ont acquis les différentes capacités en matière de dimensionnement.

Le sujet, amputé des questions, est distribué aux élèves une semaine avant le contrôle en salle. Cela leur permet de bien appréhender le système mécanique et son fonctionnement. Ils n'ont pas le cas de charges et doivent donc l'imaginer ainsi que les questions qui vont être posées. Ils ont la possibilité de travailler en groupe et poser des questions à l'enseignant sur les hypothèses qui peuvent être prises. Un dialogue s'instaure entre les élèves et l'enseignant sur la modélisation et la manière d'appréhender le sujet.

Une évaluation sur un challenge : construire un pont en spaghetti.

Ce défi permet aux élèves de valider de manière concrète des concepts vus en cours et en TD. Par groupe de 5 à 6 ils doivent réaliser un pont en spaghetti collés respectant les clauses d'un cahier des charges définissant notamment les dimensions et le poids du pont. Les élèves sont évalués lors d'une compétition sur le soin amené à la construction du pont, son esthétique, sa performance et la justesse de la prédiction de la performance du pont déterminée par une note de calcul. La note de calcul est également notée.

Retour sur l'évaluation fait à l'élève :

Un corrigé est mis à disposition des élèves pour les 2 contrôles.

Les copies sont à disposition et peuvent être commentées sur demande.

L'équipe enseignante se mobilise pour un rendu des notes 3 semaines après les contrôles.

Support pédagogique et références :

1 polycopié contenant un résumé du cours et des exercices et contrôles des années précédentes corrigés.

Méthode et organisation pédagogique *(pour apporter des précisions si nécessaire selon les méthodes pédagogiques utilisées):*

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 pour exemple le module de Mécaniques des milieux déformables

Matière	Contrôle	Coefficients	Type de notation	Indicateurs évalués	Chapitres
Construction Mécanique Industrielle	Construction Mécanique Industrielle	1	Individuelle	3	Tous
Résistance des matériaux	Contrôle N°1	1	Individuelle	3	1 1 à 7
	Contrôle N°2	2	Individuelle	3	
	Challenge pont spaghetti	1	En groupe	3	
Mécanique des milieux continus	QCM	1	Individuelle	1	Tous Tous
	Contrôle	9	Individuelle	3	

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.

Obligation des cours (Selon l'article 5.3 du Règlement Intérieur, l'on peut définir la présence obligatoire ou non à certains exercices pédagogiques):

La présence en cours et en TD est obligatoire.

Nombre d'heures estimées de travail personnel (à évaluer selon le type de pédagogie utilisée): 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.

Pour le cours de résistance des matériaux, dont les phases en cours en amphi sont de 1h15 un travail d'assimilation de 30 min doit être suffisant, cela est fluctuant selon l'attention que l'élève a pu manifesté en cours et sa formation antérieure. Il en est de même pour les TD. La préparation aux contrôles demande un temps nécessaire pour sa réussite suivant la manière dont s'organisent les élèves : travail personnel ou en groupe. Il est conseillé aux élèves de travailler en groupe et de ne pas hésiter à partager leurs questionnements avec les professeurs.

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

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 ___ (à compléter par l'enseignant) point par jour de retard.

Équipe enseignante

Nom	Domaine d'expertise	Courriel/Téléphone
<i>FERLUT Michel</i>	Ingénieur Génie-Civil IMT Mines Alès, DEA Génie Civil INSA Lyon	Michel.ferlut@mines-ales.fr / 04 66 78 50 24
<i>LEGER Romain</i>	Ingénieur Matériaux et Procédés, SUPMECA Paris, Docteur en Mécanique des Matériaux, ENSMA Poitiers	romain.leger@mines-ales.fr / 04 66 78 56 88
<i>EL BITOURI Youssef</i>		
<i>MALACHANNE Etienne</i>		
<i>FORNER André</i>	Ingénieur Arts et Métiers	aforner@free.fr
<i>CARO Anne-Sophie</i>	Matériaux	Anne-sophie.caro@mines-ales.fr
<i>IENNY Patrick</i>	Matériaux	Patrick.ienny@mines-ales.fr
<i>PUCCI Monica</i>	Matériaux	Monica.pucci@mines-ales.fr
<i>WIENIN Jean-Samuel</i>	Mécatronique	Jean-samuel.wienin@mines-ales.fr
<i>BALANCHE Jean-Jacques</i>	Constuction Mécanique Industrielle	jean-jacques.balanche@mines-ales.fr
<i>BERMEJO Jean-Claude</i>	Constuction Mécanique Industrielle	
<i>MICHAUD Bernard</i>	Constuction Mécanique Industrielle	
<i>SOUCHON Alain</i>	Constuction Mécanique Industrielle	

ACADEMIC TEACHING	Teaching hours	Coefficient	Credits
<i>Mechanics of deformable solids</i>	66 h		
○ Industrial mechanical design	21	1	5
○ Strength of materials	45	2	

Class 1

<i>Class title : Industrial mechanical design</i>	
Code : TC 5.4	Module title : Mechanics
Semester: S6	Classification : common core curriculum

Hours of presence	Total hours	Lectures	Tutorials	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
21h	21h	13h	6h		15	2h		1	

Title	Industrial mechanical design
Summary	Deepening of basic knowledge in the field of industrial mechanical design

Head	<i>Jean-Jacques BALANCHE</i> civil engineering department
Teaching team	<i>Jean-Claude BERMEJO, Bernard MICHAUD, Alain SOUCHON, Jean-Jacques BALANCHE</i>

Key words	overall drawing, drawing of definition, cuts, sections, translation and rotation guidance, schematization, quotation drawing, designation of materials, processes for obtaining mechanical parts.
------------------	---

<p>Program and content:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Schematization, modeling <ul style="list-style-type: none"> - Mechanical schemes (kinematical, technological) standardized schemes, presentation rules. - Freehand drawing and sketching to express an idea or an observation, sketching out a solution. 2- Mechanical links <ul style="list-style-type: none"> - assemblies and guides, constructive assembly solutions, standard elements. - guidance in rotation by sliding and rolling elements - guidance in translation by sliding and rolling elements. 3- Product relation process material <ul style="list-style-type: none"> - Materials families: composite plastic metallic materials - Standard designation for steels, cast irons, aluminum and copper alloys - Main characteristics of a material - Methods of elaboration : Forging molding stamping rolling welding machining trace rules
<p>Method and pedagogic organisation:</p> <p>From the point of view of learning methods, teaching is based on the analysis of real systems associated with files or resources that help to conceptualize.</p>

The teaching is organized around five complementary modules covering all the skills to be acquired.
<p>Targeted skills or knowledge :</p> <p>The training aims to give engineering students the ability to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identify, justify the functional and structural organization of a product or a multitechnical system. - Implement, analyze how it works and associate behavior models - Perform simple calculations related to the quantities associated with the functions of the system. - To validate the choice of the couple material process of elaboration with regard to the geometry and the specifications.
<p>Evaluation :</p> <p>One individual evaluation in the classroom.</p> <p>Topic about all the parts being seen</p>
<p>Feedback made to the student :</p> <p>Copies are available and can be commented if requested. The teaching team has agreed to make scores available 3 weeks after the exams.</p>

Class 2

<i>Class title : Strength of materials</i>	
Code : TC 5.4	Module title : Mechanics
Semester: S6	Classification : common core curriculum

Hours of presence	Total hours	Lectures	Tutorials	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
45	75	21	20			2x2h Challenge Spaghetti bridge	15	2	

Title	Strength of materials
Summary	Provide the foundations of sizing a structure in which elements are subjected to mechanical loads

Head	<i>Michel FERLUT, Direction of studies</i>
Teaching team	<i>André FORNER, guest lecturer; Etienne MALACHANNE, researcher C2MA; Romain LEGER, researcher C2MA; Youssef EL BITOURI, researcher C2MA; Michel FERLUT, director of studies</i>

Key words	Resistance, materials, sizing, forces, moments, normal forces, shear forces, bending moments, stresses, strength, deformations, normal stresses, compression, tensile, bending, tangential stresses, shear, buckling
Prerequisites	Even if reminders are given at the beginning of the course, it is essential to know the basic principles of statics and especially the notions of force and moment. The manipulation and projection of vectors is essential. We will cover the strength of materials on mainly 2D problems, 3D problems will be reduced to 2D problems. Torsors will not be used.

<p>Context and general objective:</p> <p>The objective of strength of materials is to dimension a mechanical system as exactly as possible that is subjected to a system of efforts in order to render it efficient and thus to obtain a competitive advantage. The ability to resist is essential but the performance and cost aspect must be taken into account because a structure</p>
--

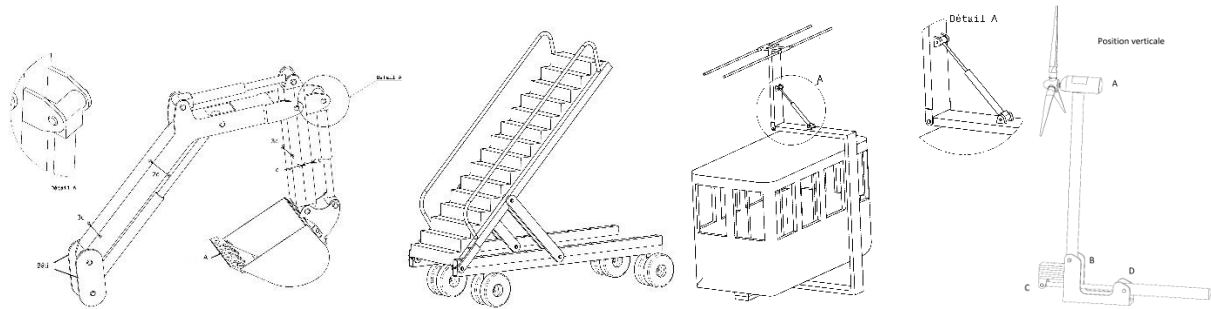
that is too heavy can, in some cases, be harmful. A plane that is too heavy will use too much fuel and will be too expensive to produce and too expensive to operate. Another factor not to be neglected is the ability to quickly design a structure because the structure will have been calculated beforehand and one can avoid the empirical phases of prototyping that are often time-consuming and resource-heavy before arriving at a satisfactory but often not optimal result.

Dimensioning means defining the most suitable pair (dimensions, material). Let us understand mechanical systems as a set of assembled elements that have to withstand mechanical stresses which can be metal structures, concrete, polymer materials or composites.

In our case, we will consider only homogeneous and isotropic materials. We will remain in the framework of the theory of the beams which means that the constitutive elements of the studied systems have one dimension out of the 3 others which is much greater than the 2 others. We calculate the cross section. We will also consider that the deformations induced by the applied forces are weak.

This course will introduce students to the basic principles of design so that they better understand the structures around us and the way in which they are solicited.

Examples treated:



Programme and contents:

Chapter 1 :

Definition of the objectives: dimensioning consists in defining the couple (material, dimensions of the sections)
 Determination of the internal forces applied to the sections, the stresses (normal force N, shear forces T_x , T_y , torsion moment M_t , moments of flexion M_{fy} , M_{fz})
 Fundamental principle of static
 The efforts on the connections

Chapter 2 :

Normal stress due to normal force N, $\sigma = N / S$.
 Deformations ($\sigma = E \cdot \epsilon$, energy method)

Chapter 3:

Normal stress due to a bending moment M_{fz} , $\sigma = M_{fz} / IG_{z.y}$.
 Deformations ($y'' = M / (E \cdot I)$, energy method)

Chapter 4:

Pure transverse shear stress due to shear T, $\tau = T / S$.

Chapter 5:

Longitudinal shear stress due to bending moment, $\tau = T \cdot \mu / (I \cdot b)$.

Chapter 6:

Eulerian buckling for beams subjected to normal compressive forces. Critical load of buckling.

Chapter 7:

Resolution of simple hyperstatic structures by the energetic method.

Method and pedagogic organisation:

The first course is a first contact, it consists in particular in defining the form of a mind map that is the strength of materials according to the students. This vision is thus built on and shared by the students, it allows one to fix the objectives of the course in a general way.

The apprenticeship is organized with by alternating lectures of 1h15 in lecture halls and tutorials of 2h. Classes in lecture halls are held in full promotion (230 students), tutorials are 1/6 of promotion. For tutorials, the students are organized in small groups of 5 to 6, they work in groups and solve the problems posed. The teacher, after

presenting the subject and making some comments, passes from group to group to answer questions. The multiple white boards in the rooms make it possible to react to the questions and allow all the groups to profit from the exercise if they wish to. The corrections are in the handout.

The handout is distributed to the students at the beginning of the first course in the lecture theater, it consists of a summary of the parts of the course as well as exercises and corrected tests from previous years.

This course is completed by a challenge that involves asking students to build a spaghetti bridge according to precise specifications. This challenge is a field of application for part of the course. It is part of the assessment of the students' abilities.

Targeted skills or knowledge :

- Being able to model a mechanical system (minimal scheme with associated efforts)
- Being able to apply the fundamental principle of statics to determine the values of the forces applying on the system
- Being able to trace the solicitations (M, N, T)
- To be able to calculate the normal and tangential stresses due to N, M and T and to size
- To be able to dimension a part subjected to buckling by the critical load of Euler
- Know a simple hyperstatic system solving method
- To be able to build a minimum model of a bridge by respecting specifications

Evaluation :

Two individual evaluations in the classroom.

The first deals with the first chapter, it allows the students to evaluate themselves on the foundations that are necessary for them to be able to assimilate the continuation of the course, that is to say the capacity to trace solicitations on a mechanical system subjected to efforts.

The second evaluation is on the same subject, the question of the first control is asked again but the objective is to ensure that the students have acquired the different capacities in terms of sizing.

The subject, with fewer questions, is distributed to students one week before the screening. This allows them to fully understand the mechanical system and its operation. They do not have the load cases and must therefore imagine it and the questions that will be asked. They have the opportunity to work in groups and ask the teacher questions about the assumptions that can be made. A dialogue is established between the students and the teacher on the modeling and the way of taking on the subject.

An assessment of the challenge: building a spaghetti bridge.

This challenge allows students to validate concepts in real terms that were seen in class and in tutorials. In groups of 5 to 6 they must make a bridge of glued spaghetti respecting the clauses of a specification sheet defining in particular the size and weight of the bridge. The students are evaluated during a competition on the care given to the construction of the bridge, its aesthetics, its performance and the accuracy of the prediction of the performance of the bridge determined by a calculation note. The calculation note is also graded.

Feedback made to the student :

- A correction is available to students for both exams.
- Copies are available and can be commented if requested.
- The teaching team has agreed to make scores available 3 weeks after the exams.

Teaching material and references :

- 1 handout containing a summary of the course and exercises and corrected tests from previous years.

Method and teaching organisation *(to be used for providing more detail concerning the teaching methods used):*

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: for example, « Mechanics of deformable solids »

Class	Exam	Coefficients	Administration mode	Evaluated Indicators	Chapters
<i>Industrial mechanical design</i>	Exam	1	Individual	3	All
<i>Strength of materials</i>	Exam N°1	1	Individual	3	1 1 to 7
	Exam N°2	2	Individual	3	
	Spaghetti bridge challenge	1	In groups	3	

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.

Obligatory presence in classes (According to article 5.3 of the Code of conduct, physical presence at certain teaching exercises can be deemed obligatory:

The students have to be present in lectures and workshops.

Estimated hours of personal study *(evaluate in function of the type of teaching method used):*

in order to acquire the required learning level the students have to devote a minimum of 45 minutes of personal work of understanding and deepening by course session.

For the course of strength of materials classes, for the current lecture duration of 1h15, assimilation work of of 30 min must be sufficient, this fluctuates according to the attention which the student pays during the course and their former training. The same is true for the tutorials. Successfully preparing for the exams can take a long time depending on how the students organize themselves: individual or group work. Students are advised to work in groups and should not hesitate to share their questions with the teachers.

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).

All late work is subject to penalties as follows _____ (to be completed by the teacher(s)).

Teaching team (list the names of the teachers and what they teach, with contact information (phone and email))

(Title) Name	Field of expertise	Email/phone
<i>FERLUT Michel</i>	Ingénieur Génie-Civil IMT Mines Alès, DEA Génie Civil INSA Lyon	Michel.ferlut@mines-ales.fr / 04 66 78 50 24
<i>LEGER Romain</i>	Ingénieur Matériaux et Procédés, SUPMECA Paris, Docteur en Mécanique des Matériaux, ENSMA Poitiers	romain.leger@mines-ales.fr / 04 66 78 56 88
<i>EL BITOURI Youssef</i>		
<i>MALACHANNE Etienne</i>		
<i>FORNER André</i>	Ingénieur Arts et Métiers	aforner@free.fr
<i>CARO Anne-Sophie</i>	Material science	Anne-sophie.caro@mines-ales.fr
<i>IENNY Patrick</i>	Material science	Patrick.ienny@mines-ales.fr
<i>PUCCI Monica</i>	Material science	Monica.pucci@mines-ales.fr
<i>WIENIN Jean-Samuel</i>	Mechatronics	Jean-samuel.wienin@mines-ales.fr
<i>BALANCHE Jean-Jacques</i>	Industrial Mechanical Constuction	jean-jacques.balanche@mines-ales.fr
<i>BERMEJO Jean-Claude</i>	Industrial Mechanical Constuction	
<i>MICHAUD Bernard</i>	Industrial Mechanical Constuction	
<i>SOUCHON Alain</i>	Industrial Mechanical Constuction	

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 :