



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

SECTION
DE GÉNIE MÉCANIQUE

**LIVRET DES
COURS**

ANNÉE ACADÉMIQUE 1994 - 1995

LIVRET DES COURS

Année académique 1994-1995

Table des matières

	Page
Ordonnance EPFL sur le contrôle des études	I-V
Plan d'études et Règlement d'application du contrôle des études de la Section de Mécanique	VI-XV
Liste des cours selon Plan d'études	
- par enseignant	XVI-XXI
- par année d'études :	
1ère année :	
1er et 2ème semestres	XXII
2ème année :	
3ème et 4ème semestres	XXII-XXIII
3ème année :	
5ème et 6ème semestres	XXIII
Choix de l'orientation et de l'option, 4ème année	XXIV-XXIX
Exemples de choix de cours et débouchés professionnels dans l'orientation IFE	XXX-XXXIV
Exemples de choix de cours et débouchés professionnels dans l'orientation IMP	XXXV-IXL
4ème année :	
7ème semestre	XL
8ème semestre	XLI
Résumé des cours	1-108

**Ordonnance générale
sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale
de Lausanne**

du 28 juin 1991, modifiée le 18 mai 1993

Le Conseil des écoles polytechniques fédérales,

vu l'article 7, 1er alinéa, lettre c, de l'ordonnance du 16 novembre 1983 ¹⁾ sur le CEPF;
vu l'article 28 de l'ordonnance du 16 novembre 1983 ²⁾ sur les EPF;
vu l'article 1 de l'Ordonnance transitoire relative au changement d'appellation des membres de la Direction de l'EPFL du 26 janvier 1994;
vu les directives sur les voies de recours dans le domaine des EPF du 13 juin 1994.

arrête :

Section 1 : Champ d'application

Article premier

- 1 La présente ordonnance fixe les principes et les dispositions applicables à l'organisation des examens de diplôme.
- 2 Dans la mesure où le Conseil des écoles polytechniques fédérales (CEPF) n'a pas édicté de directive particulière, les principes fixés aux articles 2 à 9 s'appliquent également:
 - a. aux examens d'admission;
 - b. aux examens organisés dans le cadre d'études postgrades;
 - c. aux examens d'admission au doctorat et aux examens de doctorat;
 - d. aux examens en vue d'acquérir le certificat d'enseignement supérieur de mathématiques appliquées ou un certificat analogue.

Section 2 : Dispositions générales relatives aux examens

Art. 2 Organisation des examens

Le directeur des affaires académiques organise les examens. Il fixe notamment les dates des sessions et les modalités d'inscription et établit les horaires des examens, qu'il porte à la connaissance des examinateurs, des experts et des candidats.

Art. 3 Inscription et retrait d'inscription

Le directeur des affaires académiques communique la période d'inscription aux examens ainsi que la date limite pour se retirer.³⁾

Art. 4 Admission

Le directeur des affaires académiques décide de l'admission aux examens. Il notifie par décision aux candidats concernés les refus d'admission aux examens.

Art. 5 Interruption et absence

- 1 Après le début de la session, le candidat ne peut interrompre ses examens qu'en raison de motifs importants tels que la maladie ou un accident. Il doit en aviser le directeur des affaires académiques immédiatement et lui présenter les pièces justificatives nécessaires.
- 2 Le directeur des affaires académiques décide de la validité des motivations invoquées.
- 3 Les épreuves effectuées avant l'interruption sont prises en compte lors de la reprise des examens.
- 4 Le candidat qui, sans motif valable, ne se présente pas à une épreuve reçoit la note zéro.
- 5 Le fait de ne pas terminer un examen équivaut à un échec.

Art. 6 Appréciation des travaux

Les travaux suffisants sont notés de 6 à 10, les travaux insuffisants, de 0 à 5,5. Les demi-notes sont admises.

Art. 7 Répétition des examens

- 1 Si un candidat a échoué à un examen, il peut s'y présenter une seconde fois, dans le délai d'une année.
- 2 Si le candidat est en mesure de faire valoir des motifs d'empêchement importants, le directeur des affaires académiques peut prolonger ce délai à titre exceptionnel.

Art. 8 Consultation des travaux d'examen

- 1 Le candidat peut consulter ses travaux écrits auprès de l'examinateur dans les six mois qui suivent l'examen.
- 2 La consultation est régie conformément à l'article 26 de la loi fédérale sur la procédure administrative ¹⁾.

Art. 9 Voies de droit

Les décisions prises par le directeur des affaires académiques en vertu de la présente ordonnance peuvent faire l'objet d'un recours auprès du Conseil des EPF dans un délai de 30 jours à compter de leur notification.

Section 3 : Contrôle dans le cadre des études de diplôme

Art. 10 Contrôle continu

Dans les branches théoriques, le contrôle continu durant les semestres (exercices associés à des cours et travaux écrits) sert à vérifier si les étudiants ont assimilé l'enseignement. Les résultats obtenus ne conditionnent pas la promotion en année supérieure.

Art. 11 Série d'examens

- 1 Les examens de diplôme comprennent :
 - a. deux examens propédeutiques, à la fin des première et deuxième années d'études;
 - b. des examens de promotion, en troisième et quatrième années d'études;
 - c. un examen final de diplôme.
- 2 Pour pouvoir se présenter à un examen, l'étudiant doit avoir réussi les examens précédents

Art. 12 Contenu des examens

- 1 Les examens propédeutiques et les examens de promotion comprennent huit épreuves au plus. La moyenne générale prévue à l'article 23 est calculée sur la base des notes obtenues lors de ces épreuves ainsi que sur celles des notes semestrielles ou annuelles obtenues dans les branches pratiques.
- 2 L'examen final de diplôme comprend huit épreuves au plus, portant sur des branches enseignées durant l'année ou les deux années précédant l'examen, ainsi qu'un travail pratique. ¹⁾

¹⁾ RS 172.021

III

Art. 13 ¹⁾ Genre des épreuves

- 1 Pour les examens propédeutiques, les règlements d'application précisent le genre (écrit ou oral) des épreuves.
- 2 Pour les examens de promotion, si les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, le conseil de département, ou à défaut le conseil de section, détermine le genre des épreuves.
- 3 Pour l'examen final de diplôme, les épreuves sont orales. A la demande du conseil de département, ou à défaut du conseil de section, le directeur des affaires académiques peut accepter que certaines épreuves soient écrites.
- 4 Ces éléments sont communiqués par le directeur des affaires académiques dans les horaires d'examens.

Art. 14 Conditions d'admission aux examens dans des cas particuliers

- 1 Sur proposition du chef du département intéressé, le directeur des affaires académiques peut exiger des candidats n'ayant pas fait toutes leurs études dans une EPF qu'ils passent les épreuves dans les branches où ils n'ont pas été examinés jusque-là.
- 2 Si un candidat a réussi un examen équivalent dans une autre filière de l'EPFL ou de l'EPFZ, voire dans une autre haute école, le directeur des affaires académiques peut, sur proposition du chef de département intéressé, le dispenser de certaines branches d'examen prescrites dans lesquelles il a passé des épreuves et a obtenu des notes suffisantes. La moyenne exigée pour réussir à l'examen est alors calculée d'après les notes obtenues dans les branches restantes.

Art. 15 Travail pratique de diplôme

- 1 Pour pouvoir entreprendre le travail pratique de diplôme, le candidat doit avoir obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 aux épreuves de l'examen final de diplôme.
- 2 Le travail pratique de diplôme donne lieu à un mémoire que le candidat présente oralement et dont le sujet est défini par le maître qui en assume la direction.
- 3 A la demande du candidat, le chef du département concerné, ou à défaut le président du conseil de section, peut confier la direction du travail pratique de diplôme à un maître rattaché à un autre département ou à un collaborateur scientifique.
- 4 En cas de présentation formelle insuffisante du mémoire, le maître compétent peut exiger que le candidat y remédie dans un délai de deux semaines à partir de la présentation orale.

Art. 16 Sessions d'examens

- 1 Deux sessions ordinaires sont prévues pour chaque examen propédeutique, en été et en automne. L'étudiant choisit la session à laquelle il désire passer une épreuve donnée; il doit toutefois avoir passé l'ensemble des épreuves à la session d'automne. Lorsque, pour des motifs importants tels que la maladie, un accident ou le service militaire, le candidat est dans l'impossibilité de se présenter à la session d'automne, le Directeur des affaires académiques peut l'autoriser à se présenter à une session extraordinaire organisée au printemps.
- 2 Les sessions des examens de promotion ont lieu à la fin de chaque semestre.
- 3 Les épreuves théoriques de l'examen final se déroulent à la fin du dernier semestre, en général en automne.

Art. 17 Examinateurs

- 1 Les maîtres font passer les épreuves portant sur la branche qu'ils enseignent. S'il est empêché de faire passer une épreuve, le maître demande au directeur des affaires académiques de désigner un autre examinateur.
- 2 Lorsque plusieurs maîtres font passer une épreuve conjointement, ils le font en général au prorata de la matière qu'ils ont enseignée.
- 3 Dans la mesure où la présente ordonnance et les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, les examinateurs :
 - a. choisissent la matière des épreuves;
 - b. informent les étudiants de la matière et du déroulement des épreuves;
 - c. formulent les questions des épreuves;
 - d. mènent l'interrogation;
 - e. apprécient les prestations des candidats;
 - f. proposent la ou les notes à la conférence des notes.
- 4 Ils conservent pendant six mois les notes manuscrites prises durant les épreuves orales, délai au-delà duquel ils les détruisent.

¹⁾ nouvelle teneur selon le ch. 1 de l'O du CEPP du 18.5.93 en vigueur depuis le 1.6.93

IV

Art. 18 ¹⁾ Experts

¹ Un expert est désigné par le directeur des affaires académiques sur proposition de l'examinateur et en accord avec le chef du département concerné. Il fait un rapport écrit sur le déroulement de l'épreuve à l'attention de la conférence des notes et, le cas échéant, des autorités de recours.

² Dans le cadre des examens propédeutiques et des examens de promotion, un expert doit être présent aux épreuves orales uniquement. Choisi parmi les membres de l'EPFL, il veille au bon déroulement de l'épreuve et joue un rôle d'observateur et de conciliateur.

³ Pour l'examen final de diplôme, un expert, nommé pour chaque épreuve et choisi parmi des personnes externes à l'EPFL, participe à la notation des candidats. Pour les épreuves orales, il veille en outre au bon déroulement de l'épreuve, joue un rôle d'observateur et de conciliateur et peut intervenir dans l'interrogation.

Art. 19 Commissions d'examen

¹ Des commissions d'examen peuvent être mises sur pied pour évaluer les prestations fournies dans des branches pratiques. Cette évaluation a lieu à l'occasion d'une présentation orale de ses travaux par l'étudiant.

² Outre l'examinateur et l'expert, membre ou non de l'EPFL, ces commissions peuvent comprendre les assistants et les chargés de cours qui ont participé à l'enseignement, ainsi que d'autres professeurs.

Art. 20 Conférence des notes

¹ Pour chaque examen, une conférence des notes fixe les notes définitives attribuées aux candidats pour les branches d'examen présentées, en se fondant sur les notes proposées par les examinateurs. Les membres de la conférence des notes peuvent donner eux-mêmes leur avis ou se faire représenter par un suppléant dûment mandaté et instruit.

² Une première conférence des notes est organisée dans chaque section. Elle est présidée par le président de la commission d'enseignement de la section ou par son suppléant et se compose des examinateurs concernés ou de leurs suppléants. ¹⁾

³ Une seconde conférence des notes se réunit au niveau de l'Ecole. Elle est présidée par le président de la Commission d'enseignement de l'EPFL et réunit les présidents des commissions d'enseignement de sections ou leurs suppléants. Elle prend ses décisions sur la base des propositions des conférences des notes des sections. ¹⁾

⁴ Les sections déterminent les modalités d'organisation de la première conférence des notes. ¹⁾

Art. 21 Communication des résultats des examens

¹ Sur la base du rapport de la seconde conférence des notes, le directeur des affaires académiques communique par décision aux candidats s'ils ont réussi l'examen ou non.

² La décision fait mention des notes obtenues.

Art. 22 Admission à des semestres supérieurs

¹ Pour pouvoir s'inscrire au 3e. ou au 5e semestre, l'étudiant doit avoir réussi l'examen propédeutique qui le précède. L'étudiant qui est autorisé à se présenter à la session de printemps en application de l'article 16, 1er alinéa, est provisoirement autorisé à suivre l'enseignement du semestre supérieur.

² Pour pouvoir s'inscrire au 7e semestre, l'étudiant doit avoir réussi l'examen de promotion le précédant.

³ Les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre prévoir que, pour passer à un semestre supérieur, l'étudiant doit avoir effectué un stage pratique.

Art. 23 Conditions de réussite aux examens

¹ Les examens propédeutiques et les examens de promotion sont réputés réussis lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne générale égale ou supérieure à 6, à condition qu'elle ne comprenne aucune note égale à zéro dans les branches pratiques.

² Pour les examens propédeutiques et les examens de promotion, les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre exiger l'obtention d'une moyenne égale ou supérieure à 6, tant dans le groupe des branches théoriques que dans celui des branches pratiques, ou l'obtention d'une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'un de ces groupes.

³ L'examen final de diplôme est réputé réussi lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques et une note égale ou supérieure à 6 pour le travail pratique.

¹⁾ nouvelle teneur selon le ch. 1de l'O du CEFP du 18.5.93 en vigueur depuis le 1.6.93

Art. 24 Répétition d'examens

- ¹ La répétition porte sur les ensembles de branches dont la moyenne exigée n'est pas atteinte.
- ² Les règlements d'application du contrôle des études peuvent prévoir qu'une moyenne suffisante dans le groupe des branches théoriques ou dans celui des branches pratiques reste acquise en cas de répétition.
- ³ Lorsqu'une note ou une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques est une condition de réussite et que celle-ci n'est pas remplie, l'étudiant est tenu de suivre à nouveau les enseignements pratiques en répétant l'année d'études. Le directeur des affaires académiques fixe les modalités en cas de changement de plan d'études.

Art. 25 ¹⁾ Diplôme

L'étudiant qui a réussi l'examen final de diplôme reçoit, en plus de la décision mentionnée à l'article 21, un diplôme muni du sceau de l'EPFL. Celui-ci contient le nom du diplômé, le titre décerné, une éventuelle orientation particulière, les signatures du président et du vice-président de l'EPFL, ainsi que du chef du département ou du président du conseil de la section concernée.

Section 4 : Dispositions finales**Art. 26 Règlements d'application du contrôle des études**

- ¹ La direction de l'EPFL édicte les règlements d'application du contrôle des études. ¹⁾
- ² Ceux-ci contiennent en particulier des dispositions concernant:
 - a. les branches théoriques et pratiques faisant partie de chaque examen, leur répartition en ensemble de branches et les coefficients à affecter aux notes;
 - b. les moyennes exigées;
 - c. éventuellement, le genre des épreuves;
 - d. l'institution de commissions d'examen, leur composition et la manière dont elles fixent les notes;
 - e. les modalités de répétition en cas d'échec;
 - f. un éventuel droit des candidats de proposer le sujet de leur travail de diplôme ainsi que la durée maximale pour l'élaboration de ce travail.

Art. 27 ¹⁾ Abrogation du droit en vigueur

L'ordonnance du 2 juillet 1980 ²⁾ sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne est abrogée.

Art. 28 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 1er juin 1993.

18 mai 1993

Au nom du Conseil des écoles polytechniques fédérales

Le président, Crottaz
Le secrétaire général, Fulda

¹⁾ nouvelle teneur selon le ch. 1 de l'Or du CEPF du 18.5.93 en vigueur depuis le 1.6.93

²⁾ RO 1980 1632, 1981 548, 1984 295, 1985 30



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

PLAN D'ÉTUDES GÉNIE MÉCANIQUE

1994 - 1995

arrêté par la direction de l'EPFL le 28 mars 1994

Chef de département	Prof. D. Favrat
Président de la commission d'enseignement	Prof. G. Spinnler
Conseillers d'études :	
1ère année	Prof. M. Deville
2ème année	Prof. P. Monkewitz
3ème année	Prof. M. Del Pedro
4ème année	Prof. J.-Cl. Gianola
Diplômants	Prof. D. Bonvin
Coordinateur HTE	Prof. N. Xenophontidis
Administrateur	G. Schlienger

GENIE MECANIQUE

			TRONC COMMUN																	
			1			2			3			4			5			6		
SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p
Matière	Enseignants																			
Mathématiques:																				
Analyse I,II (cours en français) ou	Stuart	DMA	4	4		4	4													
Analyse I,II (cours en allemand)	Zwahlen	DMA	4	4		4	4													
Mathématiques (répétition)	Bachmann	DMA	(2)																	
Analyse III,IV	Descloux	DMA							3	2		2	2							
Analyse numérique	Rappaz J.	DMA										2	1							
Algèbre linéaire I,II	Liebling	DMA	2	1		2	1													
Probabilité et statistique I	Helbling	DMA							2	1										
Géométrie I,II	Troyanov	DMA	2	1		2	1													
Chimie:																				
Chimie appliquée	Plattner/Javet/Friedli	DC	3	1																
Matériaux:																				
Métaux et alliages + TP	Ilchner+Künzi	DMX				4					2									
Introduction à la science des matériaux	Kurz	DMX	3																	
Formage des matériaux	Ilchner	DMX										2								
Usinage des métaux	Pruvot	DGM										3								
Electricité:																				
Electrotechnique	Kawkabani	DE										2								
Electronique I	Kayal	DE													2	1				
Machines et installations électriques I,II	Simond	DE													2	1		2	2	
Fluides et énergie:																				
Mécanique des fluides I	Deville	DGM										3	2							
Mécanique des fluides II	Monkewitz	DGM													2	2				
Mécanique des fluides III	Monkewitz/Avellan	DGM																4		
Thermodynamique et Energétique I+II	Tastavi+Favrat	DGM							3	1		3	1							
Transfert de chaleur et de masse I,II	Bäls/Girola	DGM													2			2	2	

Physique:																			
Mécanique générale I,II (en français) ou	Ansermet	DP	3	2	2	2						115							
Mécanique générale I,II (en allemand)	Gotthardt	DP	3	2	2	2						115							
Physique générale I,II	Deveaud	DP			4	2		3	2			135							
TP de physique générale	Sanjines	DP							2			30							
Mécanique appliquée:																			
Mécanique appliquée I,II	Del Pedro	DGM								2	2	2	1	90					
Résistance des matériaux I	Del Pedro	DGM					3	2						75					
Résistance des matériaux II	Del Pedro/Curnier	DGM							3	2				50					
Méthode des éléments finis	Gmür	DGM										4	1	50					
Construction:																			
Éléments de construction I	Barmaverain +	DGM			1	2								30					
	Barmaverain/Ramseyer																		
Éléments de construction II	Spinnler/Barmaverain	DGM					1	3						60					
Conception des machines I,II	Spinnler	DGM							3		4			90					
Projet de conception des machines	Spinnler	DGM										3	6	105					
Automatique:																			
Réglage automatique I,II	Longchamp	DGM									2	1	2	1	75				
Systèmes dynamiques	Gillet	DGM							2	1				30					
Informatique:																			
Programmation I+II	Petitpierre + Gennart	DI	2	2	2	2								100					
Informatique avancée	Thalmann	DI					1	2						45					
Informatique temps réel	Mange/Hersch	DI	2	3										75					
Informatique industrielle	Hersch	DI									1	2		45					
Enseignement non technique :																			
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)		(2)		(2)		(2)		(2)		(2)						
Droit I,II	Haldy J.	DMT									2		2	50					
Gestion d'entreprise I,II	Raffournier	DMT									2		2	50					
Psychologie du management	Goldschmid	UHD									1	1	1	1	50				
Totaux :			21	9	5	21	10	4	16	8	9	25	9	22	7	6	21	5	9
Totaux : Par semaine				35		35			33		34			35			35		
Totaux : Par semestre				525		350			495		340			525			350		

GENIE MECANIQUE

ORIENTATION INGENIERIE DES FLUIDES ET DE L'ENERGIE (IFE)

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		7			8			
			c	e	p	c	e	p	
Matière	Enseignants								
Tronc commun:									
Techniques de mesure	Truong	DGM	2			1			40
Blocs A,B,C,D de cours à choix (minimum 2 blocs) :									
Nombre d'heures exigé			8			8			200
A Aérodynamique et hydrodynamique I	Deville/Drotz	DGM	4						60
A Aérodynamique et hydrodynamique II	Monkewitz/Deville/Ryhming	DGM				4			40
B Turbomachines hydrauliques I,II	Avellan	DGM	4			4			100
C Turbomachines thermiques I,II	Bölcs	DGM	4			4			100
D Energétique I	Favrat/Gianola	DGM	4						60
D Energétique II	Tastavi	DGM				4			40
Cours à option de l'orientation: *									
Nombre d'heures exigé			4			8			140
Mécanique des fluides IV	Monkewitz/Deville/Ryhming	DGM	2						30
Simulation numérique avancée des écoulements	Deville/Drotz	DGM				2			20
Moteurs à combustion interne I,II	Gianola	DGM	2			2			50
Cavitation	Avellan	DGM				2			20
Régimes transitoires	Prénat	DGM	2						30
Choix des équipements hydrauliques	Prénat	DGM				2			20
Méthodes numériques en thermique	Ott	DGM				2			20
Optimisation de systèmes thermiques	von Spakovsky	DGM				2			20
Procédés thermiques industriels	Javet	DC				2			20
Réglage automatique IV	Longchamp	DGM				2			20
Modélisation et Simulation II	Bonvin	DGM				2			20
Cours à option autre orientation:									
Nombre d'heures exigé			4						60
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	DGM	2						30
Mécanique de la machine	Drotz/Avellan	DGM	2						30

Conception des machines-outils I	Pruvot/Pahud	DGM	4					60
Mécanique des solides déformables	Curnier	DGM	2					30
Réglage automatique III	Longchamp	DGM	2					30
Modélisation et Simulation I	Bonvin	DGM	2					30
Projets:								
Projet de l'orientation I	IT ou IMHEF	DGM		4				60
Projet de l'orientation II	IT ou IMHEF ou IA	DGM				8		80
Projet dans l'autre orientation	IMECO ou IA	DGM		4				60
Laboratoires	IT+IMHEF	DGM		4		5		110
Enseignement non technique:								
Projet HTE	Goldschmid	UHD		2		2		50
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)		(2)			
* Les cours des blocs A,B,C,D non choisis en tant que bloc peuvent aussi être choisis comme option.								
Instituts:								
Thermique (IT)	Böls, Favrat, Gianola							
Machines hydrauliques et mécanique des fluides (IMHEF)	Avellan, Deville, Monkewitz, Ryhming							
Mécanique appliquée et construction des machines (IMECO)	Del Pedro, Porchet, Pruvot, Spinner							
Automatique (IA)	Xenophontidis Bonvin, Longchamp							
Totaux :			18	14	17		15	
Totaux : Par semaine				32		32		
Totaux : Par semestre				480		320		

X

c = cours e = exercices p = branches pratiques () = cours facultatifs en italique = cours à option

GENIE MECANIQUE

ORIENTATION INGENIERIE MECANIQUE ET PRODUCTIVE (IMP)

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		7			8		
			c	e	p	c	e	p
Matière	Enseignants							
Tronc commun								
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	DGM	2					30
Commandes électro-hydrauliques	Pahud	DGM				3		30
Conception des machines-outils I	Pruvot/Pahud	DGM	4					60
Mécanique des solides déformables	Curnier	DGM	2					30
Dynamique des structures	Gmür	DGM				3		30
Systèmes de CFAO	vacat	DGM				3		30
Mécanique de la rupture	Rezaï-Aria	DMX	2					30
Cours à option de l'orientation:								
Nombre d'heures exigé			6			6		150
Théorie du projet	van Griethuysen	DGM	2					30
Conception de machines-outils II	Pruvot/Pahud	DGM				4		40
Commande des machines	Decotignie	DI	2					30
Conception de systèmes	van Griethuysen	DGM				2		20
Systèmes d'IAO	Pörchet	DGM	2					30
Gestion de production	vacat	DGM	2					30
Méthodes d'optimisation en production et en mécanique	Prodon	DMA				2		20
Thermomécanique et prévention des défaillances	Bargmann	DGM	2					30
Méthodes numériques en mécanique des solides	Curnier	DGM				4		40
Réglage automatique IV	Longchamp	DGM				2		20
Modélisation et Simulation II	Bonvin	DGM				2		20
Cours à option autre orientation:								
Nombre d'heures exigé			4					60
Aérodynamique et hydrodynamique I	Deville/Drotz	DGM	4					60
Turbomachines hydrauliques I	Avellan	DGM	4					60
Turbomachines thermiques I	Böls	DGM	4					60
Energétique I	Favrat/Gianola	DGM	4					60

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE
DES ÉTUDES DE LA SECTION
DE GÉNIE MÉCANIQUE DE L'EPFL**
(sessions de printemps, d'été et d'automne 1995)

du 28 mars 1994

La direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

vu l'article 26 de l'ordonnance générale du contrôle des études à l'EPFL du 28 juin 1991

arrête

Article premier - Champ d'application

Le présent règlement est applicable aux examens de la section de génie mécanique de l'EPFL dans le cadre des études de diplôme.

Examens propédeutiques

Art. 2 - Examen propédeutique I

1 L'examen propédeutique I comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

	coefficient
1. Analyse I,II (écrit)	2
2. Algèbre linéaire I,II (écrit)	1
3. Mécanique générale I,II (écrit)	1
4. Physique générale I (écrit)	1
5. Introduction à la science des matériaux (écrit)	1
6. Métaux et alliages (oral)	1
7. Géométrie I,II (écrit)	1
8. Chimie appliquée (écrit)	1

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

9. Eléments de construction I, projets (été)	1
10. Programmation I,II (hiver+été)	1
11. Informatique temps réel (hiver)	1

3 L'examen propédeutique I est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'ensemble des branches désignées aux alinéas 1 et 2 d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

Art. 3 - Examen propédeutique II

1 L'examen propédeutique II comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

	coefficient
1. Analyse III,IV (écrit)	1
2. Physique générale I,II (écrit) ¹⁾	1

3. Résistance des matériaux I,II (oral)	1
4. Formage des matériaux et Usinage des métaux (oral)	1
5. Thermodynamique et Energétique I,II (oral)	1
6. Probabilité et Statistique I et Analyse numérique (écrit)	1
7. Mécanique des fluides I (écrit)	1
8. Electrotechnique et Systèmes dynamiques (oral)	1

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

9. TP de Physique générale (hiver)	1
10. Métaux et alliages, Laboratoire (hiver)	1
11. Informatique avancée (hiver)	1
12. Eléments de construction II (hiver)	1

3 L'examen propédeutique II est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'ensemble des branches désignées aux alinéas 1 et 2 d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

Art. 4 - Stage obligatoire

1 Pour être admis en 3ème année, l'étudiant doit en outre avoir effectué un stage d'usinage d'une durée de quatre à six semaines entre les semestres avant le début de la 3ème année d'études.

2 Les directives relatives au stage et au rapport de stage font l'objet de dispositions internes au département.

Examens de promotion

Art. 5 - Examen de promotion de 3ème année

1 L'examen de promotion de 3ème année comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

	coefficient
Session de printemps	
1. Electronique I	1
2. Mécanique des fluides II	1
Session d'été	
3. Mécanique des fluides III	1
4. Méthode des éléments finis	1
5. Conception des machines I,II	1
6. Machines et installations électriques I,II	1
7. Réglage automatique I,II et Systèmes dynamiques ²⁾	1
8. Droit I,II et Gestion d'entreprise I,II	1

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

¹⁾ devient Physique générale II (écrit) dès 95/96

²⁾ Systèmes dynamiques supprimé dès 95/96

9. Projet de conception des machines (hiver)	1
10. Projet de conception des machines (été)	1
11. Machines et installations électriques II laboratoire (été)	1
12. Informatique industrielle (hiver)	1
13. Psychologie du management (hiver+été)	1

Session d'été	
6. Option No 4 de l'orientation (8ème semestre)	1
7. Option No 5 de l'orientation (8ème semestre)	1

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

Orientation IFE

7. Projet de l'orientation I (hiver)	1
8. Projet de l'orientation II (été)	1
9. Projet option autre orientation (hiver)	1
10. Projet HTE (hiver +été)	1
11. Laboratoire (hiver+été)	1

Orientation IMP

8. Projet de l'orientation I (hiver)	1
9. Projet de l'orientation II (été)	1
10. Projet option autre orientation (hiver)	1
11. Projet HTE (hiver+été)	1

3 L'examen de promotion de 3ème année est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches pratiques si la moyenne des branches théoriques est suffisante, ou sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

Art. 6 - Admission en 4ème année

En 4ème année, l'étudiant choisit l'une des deux orientations:

- Ingénierie des fluides et de l'énergie (IFE) ou
- Ingénierie mécanique et productive (IMP)

Art. 7 - Branches à option de 4ème année

1. En 4ème année, l'étudiant doit choisir, dans son orientation, deux à quatre options en fonction du nombre d'heures minimum exigées dans le plan d'études.

2 Au 7ème semestre, l'étudiant doit choisir, dans une autre orientation, une ou deux options mentionnées dans le plan d'études pour un volume de 4 heures de cours et exercices ainsi que 4 heures de projets, par semaine.

3 L'épreuve "Option autre orientation" (art. 8) porte sur 4 heures de cours.

Art. 8 - Examen de promotion de 4ème année

1 L'examen de promotion de 4ème année comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

coefficient

Orientation IFE

Session de printemps

1. Option autre orientation	1
2. Option No 1 de l'orientation (7ème semestre)	1
3. Option No 2 de l'orientation (7ème semestre)	1

Session d'été

4. Option No 3 de l'orientation (8ème semestre)	1
5. Option No 4 de l'orientation (8ème semestre)	1
6. Option No 5 de l'orientation (8ème semestre)	1

Orientation IMP

Session de printemps

1. Option autre orientation	1
2. Option No 1 de l'orientation (7ème semestre)	1
3. Option No 2 de l'orientation (7ème semestre)	1
4. Option No 3 de l'orientation (7ème semestre)	1
5. Mécanique de la rupture	1

3 L'examen de promotion de 4ème année est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'ensemble des branches désignées aux alinéas 1 et 2.

4 Lorsque la condition de réussite n'est pas remplie, la répétition ne porte que sur les branches pratiques si la moyenne des branches théoriques est suffisante, ou sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

Examen final de diplôme

Art. 9 - Epreuves de l'examen final (EF)

L'examen final de diplôme comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

coefficient

Tronc commun

1. Transfert de chaleur et de masse I,II	1
2. Mécanique appliquée I,II	1

Orientation IFE

3. 1er bloc (7ème semestre)	1
4. 1er bloc (8ème semestre)	1
5. 2ème bloc (7ème semestre)	1
6. 2ème bloc (8ème semestre)	1
7. Techniques de mesure	1
8. Option No 6 de l'orientation (8ème semestre)	1

Orientation IMP

3. Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	1
4. Commandes électro-hydrauliques	1
5. Conception des machines-outils I	1
6. Mécanique des solides déformables	1
7. Dynamique des structures	1
8. Systèmes de CFAO	1

Art. 10 - Travail pratique de diplôme (TPD)

1 Pour pouvoir entreprendre le TPD, le candidat doit avoir obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les

épreuves théoriques mentionnées à l'art. 9.

2 Le département établit la liste des branches dans lesquelles le travail pratique peut être effectué.

3 La durée du TPD est de quatre mois.

Dispositions finales

Art. 11 - Abrogation du droit en vigueur

Le règlement d'application du contrôle des études de la section de génie mécanique de l'EPFL du 29 mars 1993 est abrogé.

Art. 12 - Entrée en vigueur

Le présent règlement est applicable pour les examens correspondant au plan d'études 1994/95.

28 mars 1994 Au nom de la direction de l'EPFL

Le vice-président et directeur de la
formation, D. de Werra
Le directeur des affaires académiques,
P.-F. Pittet

Liste des cours selon le nom des enseignants

Enseignants	Cours	Semestres	Page
Avellan	Mécanique des fluides III (<i>avec Monkewitz</i>)	6	26
	Turbomachines hydrauliques I,II	7/8	66-67
	Cavitation	8	76
Ansermet	Mécanique générale I,II	1/2	31-32
Bachmann	Mathématiques (répétitions)	1	5
Bargmann	Thermomécanique et prévention des défaillances	7	104
	Fiabilité et sécurité des systèmes techn.	7	90
Barmaverain	Eléments de construction I (<i>avec Ramseyer</i>)	2	43
	Eléments de construction II (<i>avec Spinnler</i>)	3	44
Bölcs	Transfert de chaleur et de masse I (<i>avec Gianola</i>)	5	29
	Turbomachines thermiques I,II	7/8	68-69
	Projet de l'orientation IFE (<i>avec Avellan,Deville,Favrat,Gianola, Monkewitz,Ryhming</i>)	7/8	86-87
	Laboratoires de l'orientation IFE (<i>avec Avellan,Deville,Favrat,Gianola, Monkewitz,Ryhming</i>)	7/8	88-89
Bonvin	Modélisation et Simulation I,II	7/8	84-85
	Projet de l'orientation IMP (<i>avec Del Pedro,Porchet,Pruvot, Spinnler,Xenophontidis,Longchamp</i>)	7/8	106-107
Curnier	Résistance des matériaux II (<i>avec Del Pedro</i>)	4	41
	Mécanique des solides déformables	7	93
	Méthodes numériques en mécanique des solides	8	105
Decotignie	Commande des machines	7	99

XVII

Enseignants	Cours	Semestres	Page
Del Pedro	Résistance des matériaux I	3	40
	Résistance des matériaux II (avec Curnier)	4	41
	Mécanique appliquée I, II	5/6	38-39
	Projet de l'orientation IMP (avec Porchet, Pruvot, Spinnler, Xenophontidis, Longchamp, Bonvin)	7/8	106-107
Descloux	Analyse III, IV	3/4	6-7
Deveaud	Physique générale I, II	2/3	35-36
Deville	Mécanique des fluides I	4	24
	Mécanique des fluides IV (avec Monkewitz et Ryhming)	7	72
	Aéro-et hydrodynamique I, II (I avec Drotz, II avec Monkewitz et Ryhming)	7/8	64-65
	Simulation numérique avancée des écoulements (avec Drotz)	8	73
	Projet de l'orientation IFE (avec Avellan, Bölcs, Favrat, Gianola, Monkewitz, Ryhming)	7/8	86-87
Drotz	Laboratoires de l'orientation IFE (avec Avellan, Bölcs, Favrat, Gianola, Monkewitz, Ryhming)	7/8	88-89
	Aéro-et hydrodynamique I (avec Deville)	7	64
Favrat	Simulation numérique avancée des écoulements (avec Deville)	8	73
	Thermodynamique et énergétique II	4	28
	Energétique I (avec Gianola)	7	70
	Projet de l'orientation IFE (avec Avellan, Bölcs, Deville, Gianola, Monkewitz, Ryhming)	7/8	86-87
	Laboratoires de l'orientation IFE (avec Avellan, Bölcs, Deville, Gianola, Monkewitz, Ryhming)	7/8	88-89
Friedli	Chimie appliquée (avec Javet et Plattner)	1	14

XVIII

Enseignants	Cours	Semestres	Page
Gennart	Programmation II	2	53
Gianola	Transfert de chaleur et de masse II (avec Bölcs)	6	30
	Energétique I (avec Favrat)	7	70
	Moteurs à combustion interne I,II	7/8	74-75
	Projet de l'orientation IFE (avec Avellan, Bölcs, Deville, Favrat, Monkewitz, Ryhming)	7/8	86-87
	Laboratoires de l'orientation IFE (avec Avellan, Bölcs, Deville, Favrat, Monkewitz, Ryhming)	7/8	88-89
Gillet	Systèmes dynamiques	4	51
Gmür	Méthode des éléments finis	6	42
	Dynamique des structures	8	94
Goldschmid	Psychologie du management	5/6	61
	Projet HTE	7/8	108
Gotthardt	Mechanik I,II	1/2	33-34
Haldy	Droit I,II	5/6	57-58
Helbling	Probabilité et statistique I	3	11
Hersch	Informatique en temps réel (avec Mange)	1	55
	Informatique industrielle	5	56
Ilschner	Métaux et alliages	2	15
	Formage des matériaux	4	18
Javet	Chimie appliquée (avec Friedli et Plattner)	1	14
	Procédés thermiques industriels	8	81
Kayal	Electronique I	5	21
Kawkabani	Electrotechnique	4	20
Kuenzi	Métaux et alliages TP	3	16

XIX

Enseignants	Cours	Semestres	Page
Kurz	Introduction à la science des matériaux	1	17
Liebling	Algèbre linéaire I, II	1/2	9-10
Longchamp	Réglage automatique I,II	5/6	49-50
	Réglage automatique III,IV	7/8	82-83
	Projet de l'orientation IMP <i>(avec Del Pedro, Porchet, Pruvot, Spinnler, Xenophontidis, Bonvin)</i>	7/8	106-107
Mange	Informatique en temps réel <i>(avec Hersch)</i>	1	55
Monkewitz	Mécanique des fluides II	5	25
	Mécanique des fluides III <i>(avec Avellan)</i>	6	26
	Mécanique des fluides IV <i>(avec Deville et Ryhming)</i>	7	72
	Aéro-et hydrodynamique II <i>(avec Deville et Ryhming)</i>	8	65
	Projet de l'orientation IFE <i>(avec Avellan, Bôlcs, Deville, Favrat, Gianola, Ryhming)</i>	7/8	86-87
	Laboratoires de l'orientation IFE <i>(avec Avellan, Bôlcs, Deville, Favrat, Gianola, Ryhming)</i>	7/8	88-89
Ott	Méthodes numériques en thermique	8	79
Pahud	Conception des machines-outils I,II <i>(avec Pruvot)</i>	7/8	92+98
	Commandes électro-hydrauliques	8	91
Petitpierre	Programmation I	1	52
Plattner	Chimie appliquée <i>(avec Friedli et Javet)</i>	1	14
Porchet	Systèmes d'IAO	7	101
	Projet de l'orientation IMP <i>(avec Del Pedro, Pruvot, Spinnler, Xenophontidis, Longchamp, Bonvin)</i>	7/8	106-107

XX

Enseignants	Cours	Semestres	Page
Prénat	Régimes transitoires	7	77
	Choix des équipements hydrauliques	8	78
Prodon	Méthodes d'optimisation en production et en mécanique	8	103
Pruvot	Usinage des métaux	4	19
	Conception des machines-outils I,II <i>(avec Pahud)</i>	7/8	92+98
	Projet de l'orientation IMP <i>(avec Del Pedro, Porchet, Spinnler, Xenophontidis, Longchamp, Bonvin)</i>	7/8	106-107
Raffournier	Gestion d'entreprise I,II	5/6	59-60
Ramseyer	Éléments de construction I <i>(avec Barmaverain)</i>	2	43
Rappaz	Analyse numérique	4	8
Rezai-Aria	Mécanique de la rupture	7	96
Ryhming	Mécanique des fluides IV <i>(avec Deville et Monkewitz)</i>	7	72
	Aéro- et hydrodynamique II <i>(avec Deville et Monkewitz)</i>	8	65
	Projet de l'orientation IFE <i>(avec Avellan, Bölcs, Deville, Favrat, Gianola, Monkewitz)</i>	7/8	86-87
	Laboratoires de l'orientation IFE <i>(avec Avellan, Bölcs, Deville, Favrat, Gianola, Monkewitz)</i>	7/8	88-89
Sanjines	Physique générale TP	3	37
Simond	Machines et installations électriques I,II	5/6	22-23
Spinnler	Éléments de construction II <i>(avec Barmaverain)</i>	3	44
	Conception des machines I,II	4/5	45-46
	Projet de conception des machines I,II	5/6	47-48

Enseignants	Cours	Semestres	Page
Spinnler	Projet de l'orientation IMP <i>(avec Del Pedro, Porchet, Pruvot, Xenophontidis, Longchamp, Bonvin)</i>	7/8	106-107
Stuart	Analyse I,II	1/2	1-2
Tastavi	Thermodynamique et Energétique I Energétique II	3 8	27 71
Thalman	Informatique avancée	3	54
Troyanov	Géométrie I,II	1/2	12-13
Truong	Techniques de mesure I,II	7/8	62-63
van Griethuysen	Théorie du projet Conception de systèmes	7 8	97 100
von Spakovsky	Optimisation des systèmes thermiques	8	80
Xenophontidis	Projet de l'orientation IMP <i>(avec Del Pedro, Porchet, Pruvot, Spinnler, Longchamp, Bonvin)</i>	7/8	106-107
Zwahlen	Analysis I,II	1/2	3-4

Liste des cours par année d'études

Cours	Enseignants	Page
Première année - premier semestre		
Analyse I	Stuart	1
Analysis I	Zwahlen	3
Mathématiques (répétition)	Bachmann	5
Algèbre linéaire I	Liebling	9
Géométrie I	Troyanov	12
Programmation I	Petitpierre	52
Mécanique générale I	Ansermet	31
Mechanik I	Gotthardt	33
Chimie appliquée	Javet, Plattner, Friedli	14
Introduction à la science des matériaux	Kurz	17
Informatique en temps réel	Mange, Hersch	55
Première année - deuxième semestre		
Analyse II	Stuart	2
Analysis II	Zwahlen	4
Algèbre linéaire II	Liebling	10
Géométrie II	Troyanov	13
Programmation II	Gennart	53
Mécanique générale II	Ansermet	32
Mechanik II	Gotthardt	34
Physique générale I	Deveaud	35
Métaux et alliages	Ilschner	15
Eléments de construction I	Barmaverain, Ramseyer	43
Deuxième année - troisième semestre		
Analyse III	Descloux	6
Probabilité et statistique I	Helbling	11
Informatique avancée	Thalmann	54
Physique générale II	Deveaud	36
Physique générale TP	Sanjines	37
Métaux et alliages TP	Kuenzi	16
Thermodynamique et énergétique I	Tastavi	27
Résistance des matériaux I	Del Pedro	40
Eléments de construction II	Spinnler, Barmaverain	44

Cours	Enseignants	Page
Deuxième année - quatrième semestre		
Analyse IV	Descloux	7
Analyse numérique	Rappaz	8
Electrotechnique	Kawkabani	20
Mécanique des fluides I	Deville	24
Thermodynamique et énergétique II	Favrat	28
Résistance des matériaux II	Del Pedro, Curnier	41
Formage des matériaux	Ilshner	18
Usinage des métaux	Pruvot	19
Conception des machines I	Spinnler	45
Systèmes dynamiques	Gillet	51
Troisième année - cinquième semestre		
Electronique I	Kayal	21
Machines et installations électriques I	Simond	22
Mécanique des fluides II	Monkewitz	25
Transfert de chaleur et de masse I	Böls	29
Mécanique appliquée I	Del Pedro	38
Conception des machines II	Spinnler	46
Projet de conception des machines I	Spinnler	47
Informatique industrielle	Hersch	56
Réglage automatique I	Longchamp	49
Droit I	Haldy	57
Psychologie du management	Goldschmid	61
Gestion d'entreprise I	Raffournier	59
Troisième année - sixième semestre		
Machines et installations électriques II	Simond	23
Mécanique des fluides III	Monkewitz, Avellan	26
Transfert de chaleur et de masse II	Gianola	30
Mécanique appliquée II	Del Pedro	39
Méthode des éléments finis	Gmür	42
Projet de conception des machines II	Spinnler	48
Réglage automatique II	Longchamp	50
Droit II	Haldy	58
Psychologie du management	Goldschmid	61
Gestion d'entreprise II	Raffournier	60

INTRODUCTION D'UN NOUVEAU PLAN D'ETUDES A LA SECTION DE GENIE MECANIQUE

Préambule

L'extension des domaines de la mécanique vers la productique et la nécessité d'approches multidisciplinaires faisant appel à la mécanique des fluides, au transfert de chaleur, à l'hydraulique et aux systèmes énergétiques, justifiaient une reconsidération des orientations de la 4^{ème} année d'études de la section de Génie mécanique, accompagnée d'une actualisation des cours proposés. Le nouveau plan d'études de Génie mécanique est le fruit de deux années de réflexion au sein du département et va dans le sens maintes fois souhaité par les étudiants.

Principales lignes directrices du nouveau plan d'études

1. Maintenir une formation aussi large que possible sans entraver la motivation des étudiants dans les domaines à évolution prometteuse
2. Accentuer le caractère multidisciplinaire de la formation d'ingénieur mécanicien en développant notamment les approches système
3. Privilégier l'enseignement de méthodes plutôt que l'apport d'un volume de connaissances
4. Améliorer la clarté de la formation proposée avec une mise en évidence, dans le plan d'études, des principaux champs d'action des ingénieurs mécaniciens

Nouveau plan d'études

La structure du nouveau plan d'études maintient le fort tronc commun existant sur les trois premières années d'études ainsi que l'obligation, au septième semestre, de suivre un cours et de faire un projet dans une autre orientation.

Le nombre d'orientations est réduit à deux en réunissant dans un cadre souple les anciennes orientations Hydraulique et Thermique sous la dénomination d'"INGENIERIE DES FLUIDES ET DE L'ENERGIE", tout en étendant l'ancienne orientation Mécanique appliquée en orientation intitulée "INGENIERIE MECANIQUE ET PRODUCTIQUE", pour prendre en compte l'importance croissante de la productique.

Compte tenu de l'étendue des domaines couverts par ces deux orientations, une telle mutation ne peut se faire dans un cadre trop contraint et nécessite un accroissement de l'offre de cours à option. La structure proposée, sans être complètement symétrique entre les orientations, permet de maintenir l'offre de spécialisation existant actuellement tout en ouvrant la possibilité d'une formation plus large par l'intermédiaire de choix de cours à option ou de blocs de cours à choix.

La fusion des orientations Hydraulique et Thermique permet d'autre part une rationalisation de l'enseignement des cours pratiques avec une meilleure utilisation des équipements et ressources existantes.

Conclusion

Nous espérons que le nouveau plan d'études permettra de donner une formation adaptée à la contribution attendue des ingénieurs mécaniciens pour faire face aux défis de l'ère moderne que sont l'énergie, l'environnement, le développement de l'activité industrielle par la conception et la production optimale de biens de consommation sans cesse plus performants, sans oublier les transports et l'exploration spatiale.

Choix de l'orientation et de l'option en quatrième année

Pour la 4^{ème} année (7^{ème} et 8^{ème} semestres), l'étudiant doit choisir une **orientation** caractérisée par un ensemble coordonné de cours imposés (branche commune / tronc commun), de groupes de cours à choix ainsi que de cours à option, accompagnés de projets et de laboratoires.

Le nouveau plan d'études propose deux orientations :

Ingénierie des Fluides et de l'Energie	IFE
Ingénierie Mécanique et Productique	IMP

L'étudiant doit en outre choisir à titre d'**option** un nombre d'heures de cours imposés **dans l'autre orientation**, accompagnés d'un projet, à suivre pendant le 7^{ème} semestre (ou sur le 8^{ème} semestre pour les cours et projet d'automatique).

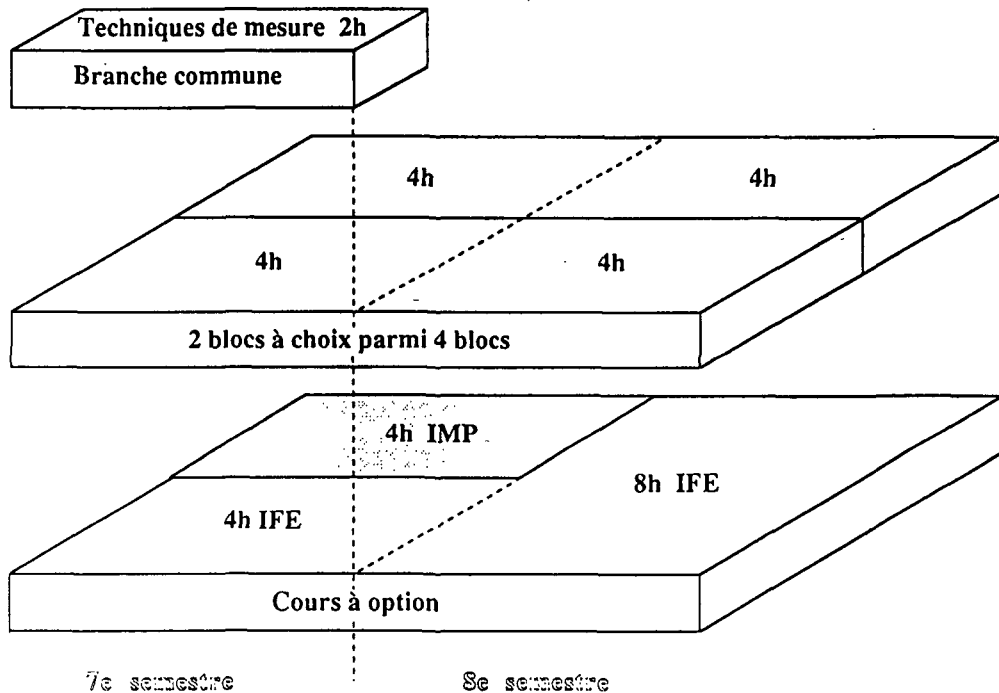
Les quatre représentations graphiques ci-après illustrent la répartition imposée des cours et projets de l'orientation ainsi que de l'option dans l'autre orientation.

Enfin, pour guider le choix de l'étudiant en fonction de la spécialisation qu'il désire acquérir, nous proposons dix "profils type", avec mention des débouchés professionnels correspondants. Il ne s'agit là, bien entendu, que de conseils; l'étudiant conserve toute liberté de moduler son choix de cours au gré de ses aspirations, dans le cadre du nombre d'heures imposé et des impératifs de placement des cours dans l'horaire. Au-delà du nombre d'heures de cours imposés et soumis au Contrôle des études, l'étudiant conserve toute latitude de suivre des cours de son choix en qualité d'auditeur, pour lesquels il ne sera toutefois pas soumis à examen.

Le choix définitif et détaillé des étudiants doit être communiqué au Secrétariat du DGM au plus tard 3 semaines avant la fin des cours du 6^{ème} semestre. En cas de nombre insuffisant d'étudiants inscrits pour un cours, le Département de Génie mécanique se réserve le droit, sur préavis de sa Commission d'enseignement et de la Direction d'Ecole, de ne pas donner le cours considéré. Les étudiants concernés par cette mesure sont alors priés de choisir un autre cours, en remplacement du cours supprimé.

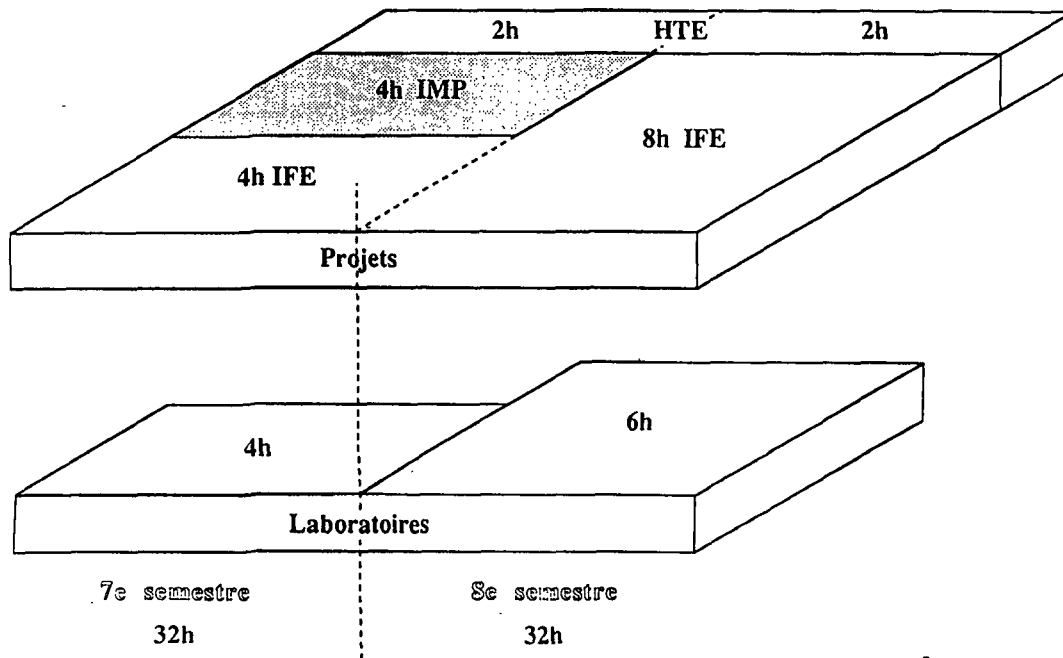
ORIENTATION INGENIERIE DES FLUIDES ET DE L'ENERGIE IFE

Cours



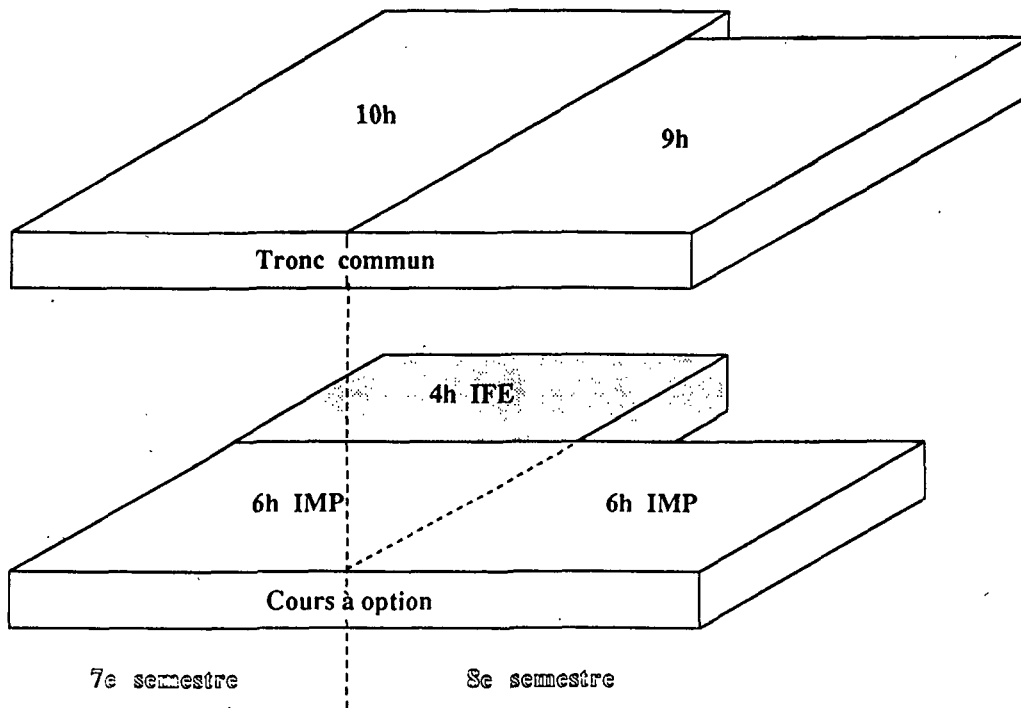
ORIENTATION INGENIERIE DES FLUIDES ET DE L'ENERGIE IFE

Projets et laboratoires



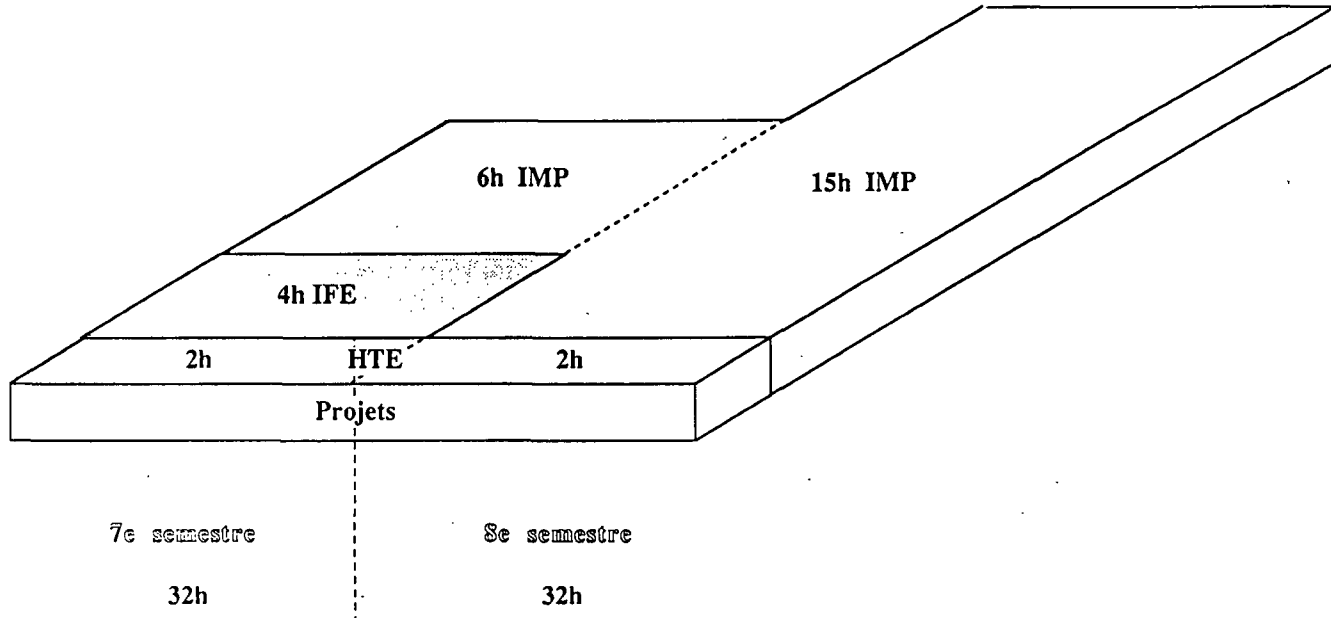
ORIENTATION INGENIERIE MECANIQUE ET PRODUCTIQUE IMP

Cours



ORIENTATION INGENIERIE MECANIQUE ET PRODUCTIQUE IMP

Projets



Exemple de choix de matières et débouchés dans l'orientation IFE

Profil : MACHINES ET INSTALLATIONS HYDRAULIQUES

Le profil Machines et Installations hydrauliques vise trois objectifs: la conception hydraulique des matériels (turbines, pompes, pompes-turbines, vannes etc.); l'élaboration d'un projet, le suivi des travaux d'installation, la mise en route et les essais; l'exploitation et l'entretien des équipements, notamment du point de vue de la fiabilité et de la sécurité.

SEMESTRE	Noms sous réserve de modification	7				8			
		c	e	p	c	e	p		
Matière	Enseignants								
Branche commune									
Techniques de mesure	Truong	DGM	2		1				40
Blocs A,B,C,D de cours à choix: minimum 2 blocs									
A Aérodynamique et hydrodynamique I,II	Deville/Drotz+Monk.Dev.Ryhm.	DGM	4		4				100
B Turbomachines hydrauliques I,II	Avellan	DGM	4		4				100
C Turbomachines thermiques I,II	Bélics	DGM	4		4				100
D Energétique I-II	Favrat/Gianola+Tastavi	DGM	4		4				100
Cours à option de l'orientation (min. 4h en hiver et min. 8h. en été)									
Mécanique des fluides IV	Monkewitz,Deville,Ryhmng	DGM	2						50
Simulation numér.avancée des écoulements	Deville/Drotz				2				
Moteurs à combustion Interne	Gianola	DGM	2		2				50
Cavitation	Avellan	DGM			2				20
Equipements hydrauliques et régimes transtolres	Prénat	DGM	2		2				50
Méthodes numériques en thermique	Ott	DGM			2				20
Optimisation de systèmes thermiques	von Spakovsky	DGM			2				20
Procédés thermiques Industriels	Javet	DC			2				20
Cours option dans l'autre orientation	IMP	DGM	4						60
Projets et laboratoires									
Projet de l'orientation I	IT ou IMHEF	DGM			4				60
Projet de l'orientation II	IT ou IMHEF ou IA							8	
Projet dans l'autre orientation	IMECO ou IA	DGM			4				60
Laboratoires	IT+IMHEF	DGM			4			3	110
Enseignement non technique									
Projet HTE	Goldschmid	UHD			2			2	50
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)			(2)			50
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	DGM	2						30
Conception des machines-outils I	Pruvot/Pahud	DGM	4						60
Mécanique des solides déformables	Curnier	DGM	2						30
Mécanique de la rupture	Rezai-Aria	DMX	2						30
Réglage automatique III, IV	Longchamp	DGM	2		2				50
Modélisation et Simulation I, II	Borvin	DGM	2		2				50
Totaux par semaine				18	0	14	17	0	15
				32		32			800

Débouchés

Fabricants de machines hydrauliques et d'accessoires (Hydro Vevey, Sulzer-Escher Wyss, Rüttschi, Hydroart, Neyrpic, Voith, Voest-Alpine, Kvaerner-Eureka, Tampela et plusieurs centaines de fabricants de pompes); Bureaux d'ingénieurs; Exploitants de centrales (BKW,EOS,NOK etc.)

Exemple de choix de matières et débouchés dans l'orientation IFE

Profil : MECANIQUE DES FLUIDES NUMERIQUE ET EXPERIMENTALE

Le profil proposé pour la spécialisation Mécanique des Fluides Numérique et Expérimentale vise l'objectif suivant : maîtrise de l'approche numérique et expérimentale afin d'optimiser des problèmes dynamiques d'écoulements

SEMESTRE	Noms sous réserve de modifica		7			8			
			c	a	p	c	e	p	
Matière	Enseignants								
Branche commune									
Techniques de mesure	Truong	DGM							40
Blocs A,B,C,D de cours à choix: minimum 2 blocs									
A Aérodynamique et hydrodynamique I+II	Deville/Drotz+Monk.Dev.Ryhm.	DGM							100
B Turbomachines hydrauliques I + II	Avellan	DGM	4			4			100
C Turbomachines thermiques I + II	Böls	DGM							100
D Energétique I + II	Favrat/Gianola+Tastavi	DGM	4			4			100
Cours à option de l'orientation (min. 4h en hiver et min. 8h. en été)									
Mécanique des fluides IV	Monkewitz/Deville/Ryhming	DGM							50
Simulation numérique avancée des écoulements	Deville/Drotz								
Moteurs à combustion interne	Gianola	DGM							50
Cavitation	Avellan	DGM							20
Equipements hydrauliques et régimes transitoires	Prénat	DGM	2			2			50
Méthodes numériques en thermique	Ott	DGM							20
Optimisation de systèmes thermiques	von Spakovsky	DGM							20
Procédés thermiques industriels	Javet	DC							20
Cours option dans l'autre orientation	IMP	DGM	4						60
Projets et laboratoires									
Projet de l'orientation I	IT ou IMHEF	DGM							60
Projet de l'orientation II	IT ou IMHEF ou IA								60
Projet dans l'autre orientation	IMECO ou IA	DGM							60
Laboratoires	IT+IMHEF	DGM							110
Enseignement non technique									
Projet HTE	Goldschmid	UHD							50
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)			(2)			50
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	DGM	2						30
Conception des machines-outils I	Pruvot/Pahud	DGM	4						60
Mécanique des solides déformables	Curnier	DGM							30
Mécanique de la rupture	Rezaï-Aria	DMX	2						30
Réglage automatique III, IV	Longchamp	DGM							50
Modélisation et Simulation I, II	Bonvin	DGM	2						50
			18	0	14	17	0	15	
	Totaux par semaine								800

Débouchés

Contraves, Fabrique Fédérale d'avions (Emmen), Pilatus, Vevey - Technologies Mécaniques, Aérospaciale, E.S.A., Société Européenne de Propulsion, O.N.E.R.A., S.N.C.F., E.D.F., Alstom, M.B.B., SAAB, FIAT etc.

Exemple de choix de matières et débouchés dans l'orientation IFE

Profil : MACHINES DE CONVERSION D'ENERGIE

Comme son nom l'indique, formation spécialisée sur la conception et le développement des machines dynamiques et volumétriques de conversion d'énergie hydraulique et thermique

SEMESTRE	Noms sous réserve de modification	7			8			
		c	e	p	c	e	p	
Matière	Enseignants							
Branche commune								
Techniques de mesure	Truong	DGM	2		1			40
Blocs A,B,C,D de cours à choix: minimum 2 blocs								
A Aérodynamique et hydrodynamique I-II	Deville/Drotz+Monk.Dev.Ryh.	DGM	4		4			100
B Turbomachines hydrauliques I + II	Avellan	DGM	2		4			100
C Turbomachines thermiques I + II	Böös	DGM	2		4			100
D Energétique I-II	Favra/Gianola+Tastavi	DGM	4		4			100
Cours à option de l'orientation (min. 4h en hiver et min. 8h. en été)								
Mécanique des fluides IV	Monkewitz/Deville/Ryhming	DGM	2					50
Simulation numér. avancée des écoulements	Deville/Drotz				2			
Moteurs à combustion interne	Gianola	DGM	2		2			50
Cavitation	Avellan	DGM			2			20
Équipements hydrauliques et régimes transitoires	Prénat	DGM	2		2			50
Méthodes numériques en thermique	Ott	DGM			2			20
Optimisation de systèmes thermiques	von Spakovsky	DGM			2			20
Procédés thermiques industriels	Javet	DC			2			20
Cours option dans l'autre orientation	IMP	DGM	4					60
Projets et laboratoires								
Projet de l'orientation I	IT ou IMHEF	DGM			4			60
Projet de l'orientation II	IT ou IMHEF ou IA						4	
Projet dans l'autre orientation	IMECO ou IA	DGM			4			60
Laboratoires	IT+IMHEF	DGM			4		8	110
Enseignement non technique								
Projet HTE	Goldschmid	UHD			2		2	50
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)		(2)			50
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	DGM	2					30
Conception des machines-outils I	Pruvot/Pahud	DGM	4					60
Mécanique des solides déformables	Currier	DGM	2					30
Mécanique de la rupture	Rezaï-Aria	DMX	2					30
Réglage automatique III, IV	Longchamp	DGM	2		2			50
Simulation I, II	Bonvin	DGM	2		2			50
Totaux par semaine			18	0	14	17	0	15
			22		32			800

Débouchés

Constructeurs de machines dans le domaine de l'énergie
ABB, Sulzer, Liebherr, HydroVevey etc.

Exemple de choix de matières et débouchés dans l'orientation IFE

Profil : ENERGETIQUE THERMIQUE

Plus de 80% de la consommation d'énergie mondiale ou nationale met en jeu des procédés thermiques.

Formation de base pour l'analyse et la conception des principaux composants et machines thermiques aussi bien que des systèmes dans lesquels ils ou elles évoluent. Formation complémentaire en énergétique des bâtiments.

SEMESTRE	Noms sous réserve de modifica	7			8				
		c	e	p	c	e	p		
Matière	Enseignants								
Branche commune									
Techniques de mesure	Truong	DGM	2					40	
Blocs A,B,C,D de cours à choix: minimum 2 blocs									
A Aérodynamique et hydrodynamique I-II	Deville/Drotz+Monk.Dev.Ryhm	DGM	4		4			100	
B Turbomachines hydraulique I-II	Avellan	DGM	4		4			100	
C Turbomachines thermiques I-II	Böls	DGM	4		4			100	
D Energétique I-II	Favrat/Gianola+Tastavi	DGM	4		4			100	
Cours à option de l'orientation (min. 4h en hiver et min. 8h. en été)									
Mécanique des fluides IV	Monkewitz/Deville/Ryhming	DGM	2					50	
Simulation numérique avancée des écoulements	Deville/Drotz				2				
Moteurs à combustion interne	Gianola	DGM	2		2			50	
Cavitation	Avellan	DGM			2			20	
Équipements hydrauliques et régimes transitoires	Prénat	DGM	2		2			50	
Méthodes numériques en thermique	Ott	DGM			2			20	
Optimisation de systèmes thermiques	von Spakovsky	DGM			2			20	
Procédés thermiques industriels	Javet	DC			2			20	
Cours option dans l'autre orientation	IMP	DGM	4					60	
Projets et laboratoires									
Projet de l'orientation I	IT ou IMHEF	DGM		4				60	
Projet de l'orientation II	IT ou IMHEF ou IA					4			
Projet dans l'autre orientation	IMECO ou IA	DGM		4				60	
Laboratoires	IT+IMHEF	DGM		4		4		110	
Enseignement non technique									
Projet HTE	Goldschmid	UHD		2		2		50	
Instruments de travail	Divers	UHD (2)			(2)			50	
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	DGM	2					30	
Conception des machines-outils I	Pruvot/Pahud	DGM	4					60	
Mécanique des solides déformables	Currier	DGM	2					30	
Mécanique de la rupture	Rezaï-Aria	DMX	2					30	
Réglage automatique III, IV	Longchamp	DGM	2		2			50	
Simulation I, II	Bonvin	DGM	2		2			50	
				18	0	14	17	0	15
	Totaux par semaine			32		32		800	

Débouchés

ABB, Sulzer, Electrowatt, BG, SGI, nombreux bureaux d'ingénieurs, Nestlé, Migros, Givaüdan, Ciba etc.
Petites compagnies de chauffage, réfrigération, climatisation, services industriels etc.

Exemple de choix de matières et débouchés dans l'orientation IFE

Profil : ENERGIE-ENVIRONNEMENT-PROCEDES INDUSTRIELS

Formation d'ingénieur système mettant l'accent sur la conception, l'optimisation et la mise en oeuvre de systèmes comprenant des équipements mécaniques et thermiques. Bonne formation en vue de l'appréhension des relations énergie - environnement en milieux urbains ou industriels. Formation également adaptée à l'amélioration de procédés thermiques ou chimiques

SEMESTRE	Norms sous réserve de modification	7			8			
Matière	Enseignants	c	e	p	c	e	p	
Branche commune								
Techniques de mesure	Truong	DGM	2		1			40
Blocs A,B,C,D de cours à choix: minimum 2 blocs								
A Aérodynamique et hydrodynamique I-II	Deville/Drotz+Monk.Dev.Ryhmn	DGM	4		4			100
B Turbomachines hydrauliques I-II	Avellan	DGM	4		4			100
C Turbomachines thermiques I-II	Bölcs	DGM	4		4			100
D Energétique I-II	Favrat/Gianola+Tastavi	DGM	4		4			100
Cours à option de l'orientation (min. 4h en hiver et min. 8h. en été)								
Mécanique des fluides IV	Monkewitz/Deville/Ryhming	DGM	2					50
Simulation numérique avancée des écoulements	Deville/Drotz				2			
Moteurs à combustion Interne	Gianola	DGM	2		2			50
Cavitation	Avellan	DGM			2			20
Equipements hydrauliques et régimes transitoires	Prénat	DGM	2		2			50
Méthodes numériques en thermique	Ott	DGM			2			20
Optimisation de systèmes thermiques	von Spakovsky	DGM			2			20
Procédés thermiques industriels	Javet	DC			2			20
Cours option dans l'autre orientation	IMP	DGM	4					60
Projets et laboratoires								
Projet de l'orientation I	IT ou IMHEF	DGM			4			60
Projet de l'orientation II	IT ou IMHEF ou IA						4	
Projet dans l'autre orientation	IMECO ou IA	DGM			4			60
Laboratoires	IT+IMHEF	DGM			4		4	110
Enseignement non technique								
Projet HTE	Goldschmid	UHD			2		2	50
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)			(2)		50
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	DGM	2					30
Conception des machines-outils I	Pruvot/Pahud	DGM	4					60
Mécanique des solides déformables	Curnier	DGM	2					30
Mécanique de la rupture	Rezaï-Aria	DMX	2					30
Réglage automatique III, IV	Longchamp	DGM	2		2			50
Simulation I, II	Borwin	DGM	2		2			50
			18	0	14	17	0	15
Totaux par semaine					32		32	800

Débouchés

Bureaux d'ingénieurs, responsables institutionnels (délégués énergie etc.), sociétés multinationales
 Systèmes de dépollution, écobilans, études d'impacts, équipements techniques etc.
 Industries chimiques, alimentaires, fabricants d'équipements (séchoirs, échangeurs spéciaux etc.)
 Nestlé, Givaudan, Ciba, Fimerich, Buss, Sulzer, Bühler etc.

Exemple de choix de matières et débouchés dans l'orientation IMP

Profil : METHODES DE CONCEPTION

Par une approche de conception rationnelle du produit, l'étudiant sera prêt à analyser et développer tout ou partie d'un système de conception/fabrication évolué. Cette formation sera appuyée par des exemples pratiques et industriels (étude de cas) et fournira des ingénieurs capables de maîtriser les systèmes de productique modernes et de coopérer avec les informaticiens.

SEMESTRE	Les noms sont indiqués sous réserve de modification	7						8					
		Enseignante		c	e	p	c	e	p	c	e	p	
Tronc commun													
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	DGM	2										30
Commandes électro-hydrauliques	Pahud	DGM				3							30
Conception des machines-outils I	Pruvot / Pahud	DGM	4										60
Mécanique des solides déformables	Cumier	DGM	2										30
Dynamique des structures	Gmür	DGM				3							30
Systèmes de CFAO	vacat	DGM				3							30
Mécanique de la rupture	Rezaï-Aria	DMX	2										30
Cours à option de l'orientation (min. 6h en hiver et en été)													
Théorie du projet + Conception de machines-outils II	van Griethuysen + Pruvot / Pahud	DGM											70
Commande de machines / Conception de systèmes	Decobgnie-van Griethuysen	DI				2							50
Systèmes d'IAO	Porchet	DGM											30
Gestion de production + Méth. d'optimis. pr. production	vacat + Prodon	DGM	2			2							50
Thermomécanique et prévention des défaillances	Bargmann	DGM	2										30
Méth. num en mécanique des solides	Cumier						4						40
Réglage automatique III, IV	Longchamp	DGM	2			2							50
Modélisation et Simulation I, II	Borvin	DGM	2			2							50
Projets													
Projet de l'orientation I	IMECO	DGM											240
Projet de l'orientation II	IMECO ou IA											15	
Projet dans l'autre orientation	IT + ou IMHEF ou IA	DGM											60
Enseignement non technique													
Projet HTE	Goldschmid	UHD											50
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)			(2)							(50)
Cours option autre orientation 4h hiver, à choix													
A Aérodynamique et hydrodynamique I	IFE	DGM	4										60
B Turbomachines hydrauliques I	Deville/Drotz	DGM	4										100
C Turbomachines thermiques I	Aveilan	DGM	4										100
D Energétique I	Bôlcs	DGM	4										100
	Favrat / Gianola	DGM	4										100
			20	0	12	15	0	17					
	Totaux par semaine												800

Débouchés

La conception étant à la source d'un développement industriel, l'ingénieur orienté "méthodes de conception" pourra devenir responsable de bureau d'études ou de méthodes et bien entendu responsable du développement d'outils d'aide à la conception/fabrication (CFAO).

Exemple de choix de matières et débouchés dans l'orientation IMP

Profil : CONSTRUCTEUR DE MACHINES

Former des ingénieurs capables de concevoir rationnellement des machines (au sens large).
Par assimilation d'une méthode de conception scientifique, le futur ingénieur sera capable de concevoir des machines modernes et efficaces, totalement adaptées à la productique (performante ET, économiques à fabriquer).

SEMESTRE	Les noms sont indiqués sous réserve de modification	7			8			
		c	e	p	c	e	p	
Matière	Enseignants							
Tronc commun								
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	DGM	2					30
Commandes électro-hydrauliques	Pahud	DGM			3			30
Conception des machines-outils I	Pruvot / Pahud	DGM	4					60
Mécanique des solides déformables	Cumier	DGM	2					30
Dynamique des structures	Gmür	DGM			3			30
Systèmes de CFAO	vacat	DGM			3			30
Mécanique de la rupture	Rezal-Aria	DMX	2					30
Cours à option de l'orientation (min. 6h en hiver et en été)								
Théorie du projet + Conception de machines-outils II	van Griethuysen + Pruvot / Pahud	DGM	2					70
Commande de machines + Conception de systèmes	Decoëgnie + van Griethuysen	DI			2			50
Systèmes d'IAO	Perchet	DGM	2					30
Gestion de production + Méth. d'optimis. production	vacat + Prodon	DGM	2		2			50
Thermomécanique et prévention des défaillances	Bargmann	DGM	2					30
Méth. num. en mécanique des solides	Cumier				4			40
Réglage automatique II, IV	Longchamp	DGM	2		2			50
Modélisation et Simulation I, II	Bonvin	DGM	2		2			50
Projets								
Projet de l'orientation	IMECO	DGM						240
Projet de l'orientation II	IMECO ou IA							60
Projet dans l'autre orientation	IT ou IMHEF ou IA	DGM						60
Enseignement non technique								
Projet HTE	Goldschmid	UHD						50
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)		(2)			(50)
Cours option autre orientation, 4h hiver, à choix								
A Aérodynamique et hydrodynamique I	IFE	DGM	4					60
B Turbomachines hydrauliques I	Deville/Drotz	DGM	4					100
C Turbomachines hydrauliques I	Avellan	DGM	4					100
D Turbomachines thermiques I	Béls	DGM	4					100
E Energétique I	Fevrat / Gianola	DGM	4					100
			20	0	12	15	0	17
Totaux par semaine					32		32	800

Débouchés

Industrie des machines : automobiles, machines-outils, machines thermiques, aérospatiale, ...

Exemple de choix de matières et débouchés dans l'orientation IMP

Profil : COMMANDES DES MACHINES

Le profil Commande des machines est orienté vers l'analyse de comportement dynamique des machines et la mise en œuvre des moyens propres à les commander.

SEMESTRE	Les noms sont indiqués sous réserve de modification		7			8			
			c	e	p	c	e	p	
Matière	Enseignants								
Tronc commun									
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	DGM							30
Commandes électro-hydrauliques	Pahud	DGM				2			30
Conception des machines-outils I	Pruvot / Pahud	DGM							60
Mécanique des solides déformables	Curnier	DGM							30
Dynamique des structures	Gmür	DGM				1			30
Systèmes de CFAO	vacat	DGM				2			30
Mécanique de la rupture	Rezei-Aria	DMX							30
Cours à option de l'orientation (min. 6h en hiver et en été)									
Théorie du projet + Conception de machines-outils II	van Griethuysen + Pruvot / Pahud	DGM	2			4			70
Commande de machines + Conception de systèmes	Decotignie + van Griethuysen	DI				2			50
Systèmes d'IAO	Porchet	DGM	2						30
Gestion de production + Méth. d'optimis. pr. production	vacat + Prodon	DGM	2			2			50
Thermomécanique et prévention des défaillances	Bargmann	DGM	2						30
Méth. num. en mécanique des solides	Curnier					4			40
Réglage automatique III, IV	Longchamp	DGM	2			2			50
Modélisation et Simulation I, II	Borwin	DGM	2			2			50
Projets									
Projet de l'orientation I	IMECO	DGM							240
Projet de l'orientation II	IMECO ou IA								150
Projet dans l'autre orientation	IT ou IMHEF ou IA	DGM				2			60
Enseignement non technique									
Projet HTE	Goldschmid	UHD				2			50
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)			(2)			(50)
Cours option autre orientation, 4h hiver, à choix	IFE	DGM	4						60
A Aéro-et hydrodynamique I	Deville/Drotz	DGM	4						100
B Turbomachines hydrauliques I	Avellan	DGM	4						100
C Turbomachines thermiques I	Bölcs	DGM	4						100
D Energétique I	Favrat / Gianola	DGM	4						100
			20	0	12	15	0	17	
	Totaux par semaine				32		32		800

Débouchés

Grossenbacher, Socapel, Charmilles, SCB

Exemple de choix de matières et débouchés dans l'orientation IMP

Profil : MECANIQUE DES STRUCTURES

Le profil Mécanique des structures est orienté vers l'analyse théorique ainsi que la résolution numérique des problèmes de la mécanique des structures et des solides déformables (cinématique, dynamique, thermo-mécanique, comportement des matériaux, élasticité, visco-élasticité, plasticité, endommagement, rupture, optimisation, contrôle, ...). Une grande importance est également accordée aux méthodes expérimentales.

SEMESTRE	Les noms sont indiqués sous réserve de modification	7			8			
		c	e	p	c	e	p	
Matière	Enseignants							
Tronc commun								
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bergmann	DGM	2					30
Commandes électro-hydrauliques	Pahud	DGM			3			30
Conception des machines-outils I	Pruvot / Pahud	DGM	4					60
Mécanique des solides déformables	Cumier	DGM	2					30
Dynamique des structures	Gmür	DGM			3			30
Systèmes de CFAO	vacat	DGM			3			30
Mécanique de la rupture	Rezal-Aria	DMX	2					30
Cours à option de l'orientation (min. 6h en hiver et en été)								
Théorie du projet + Conception de machines-outils II	van Griethuysen + Pruvot / Pahud	DGM	2		4			70
Commande de machines + Conception de systèmes	Decoligne + van Griethuysen	DI	2		2			50
Systèmes d'IAO	Porchet	DGM	2					30
Gestion de production + Méth. d'optimis. pr. production	vacat + Prodon	DGM	2		2			50
Thermomécanique et prévention des défaillances	Bergmann	DGM	2					30
Méth. num. en mécanique des solides	Cumier	DGM						40
Réglage automatique III, IV	Longchamp	DGM	2		2			50
Modélisation et Simulation I, II	Borvin	DGM	2		2			50
Projets								
Projet de l'orientation I	IMECO	DGM						240
Projet de l'orientation II	IMECO ou IA							15
Projet dans l'autre orientation	IT ou IMHEF ou IA	DGM						60
Enseignement non technique								
Projet HTE	Goldschmid	UHD						50
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)		(2)			(50)
Cours option autre orientation 4h hiver, à choix								
A Aéro- et hydrodynamique I	IFE	DGM	4					60
B Turbomachines hydrauliques I	Deville/Drotz	DGM	4					100
C Turbomachines hydrauliques I	Avellan	DGM	4					100
D Turbomachines thermiques I	Bölcs	DGM	4					100
E Energétique I	Favrat / Gianola	DGM	4					100
			20	0	12	15	0	17
Totaux par semaine				32		32		800

Débouchés

Domaines d'activité :

Mécanique industrielle, robotique, calcul des structures - Science des matériaux, composites - Biomécanique
Sécurité et fiabilité.

Employeurs potentiels :

Bureaux d'ingénieur - Services "calculs et méthodes" ou "recherche et développement" des entreprises : ABB, Sulzer, Bobst, Contraves, Fabrique Fédérale d'Avions ...

Instituts de recherche : EMPA, CERN, ESA ... - Ecoles d'ingénieurs et universités : EPFL, EPFZ

Exemple de choix de matières et débouchés dans l'orientation IMP

Profil : Ingénieur Producticien se destinant à la conception et gestion de systèmes de fabrication

Former des ingénieurs capables de concevoir rationnellement des machines (au sens large).

Par assimilation d'une méthode de conception scientifique, le futur ingénieur sera capable de concevoir des machines modernes et efficaces, totalement adaptées à la productique (performante ET, économiques à fabriquer).

SEMESTRE	Les noms sont indiqués sous réserve de modification	7			8			
		c	e	p	c	e	p	
Matière	Enseignante							
Tronc commun								
Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bergmann	DGM	2					30
Commandes électro-hydrauliques	Pahud	DGM			3			30
Conception des machines-outils I	Pruvot / Pahud	DGM	4					60
Mécanique des solides déformables	Cumier	DGM	2					30
Dynamique des structures	GmDr	DGM			3			30
Systèmes de CFAO	vacat	DGM			3			30
Mécanique de la rupture	Rezal-Aria	DMX	2					30
Cours à option de l'orientation (min. 6h en hiver et en été)								
Théorie du projet + Conception de machines-outils II	van Griethuysen + Pruvot / Pahud	DGM	2		4			70
Commande de machines + Conception de systèmes	Decotgnie + van Griethuysen	DI	2		2			50
Systèmes d'IAO	Porchet	DGM	2					30
Gestion de production + Méth. d'optimis. pr. production	vacat + Prodon	DGM			2			50
Thermomécan. et prévention des défaillances	Bergmann	DGM	2					30
Méth. num. en mécanique des solides	Cumier				4			40
Réglage automatique III, IV	Longchamp	DGM	2		2			50
Modélisation et Simulation I, II	Borvin	DGM	2		2			50
Projets								
Projet de l'orientation I	IMECO	DGM			3			240
Projet de l'orientation II	IMECO ou IA						15	
Projet dans l'autre orientation	IT ou IMHEF ou IA	DGM			3			60
Enseignement non technique								
Projet HTE	Goldschmid	UHD			2		2	50
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)		(2)			(50)
Cours option autre orientation, 4h hiver, à choix	IFE	DGM	4					60
A Aéro-et hydrodynamique I	Deville/Drotz	DGM	4					100
B Turbomachines hydrauliques I	Avelan	DGM	4					100
C Turbomachines thermiques I	Bölcs	DGM	4					100
D Energétique I	Favret / Gianola	DGM	4					100
			20	0	12	15	0	17
	Totaux par semaine		32		32			800

Débouchés

Entreprises manufacturières fabricant des biens de consommation ou des biens d'équipement (automobile, aérospatial, électro-ménager, industrie des machines, ...)

Liste de thèmes de projets proposés par le Laboratoire de Gestion de la Production :

- Intégration de la sous-traitance avec les entreprises donneuses d'ordres
- Simulation de flux de production et études d'implantation d'ateliers
- Analyse des flux d'information et de leur automatisation dans les ateliers
- Pilotage d'atelier flexible

Quatrième année - septième semestre

* = option

Orientation INGENIERIE DES FLUIDES ET DE L'ENERGIE (IFE)

Techniques de mesure I	Truong	62
* Aéro- et hydrodynamique I	Deville, Drotz	64
* Turbomachines hydrauliques I	Avellan	66
* Turbomachines thermiques I	Bölcs	68
* Energétique I	Favrat, Gianola	70
* Mécanique des fluides IV	Deville, Monkewitz, Ryhming	72
* Moteurs à combustion interne I	Gianola	74
* Régimes transitoires	Prénat	77
Projet de l'orientation IFE I	Avellan, Bölcs, Deville, Favrat, Gianola, Monkewitz, Ryhming	86
Laboratoires de l'orientation IFE	Avellan, Bölcs, Deville, Favrat, Gianola, Monkewitz, Ryhming	88
Projet HTE	Goldschmid	108

* Cours à option autre orientation

* Projet autre orientation

Orientation INGENIERIE MECANIQUE ET PRODUCTIQUE (IMP)

Fiabilité et sécurité des systèmes techniques	Bargmann	90
Conception des machines-outils I	Pruvot, Pahud	92
Mécanique des solides déformables	Curnier	93
Mécanique de la rupture	Rezai-Aria	96
* Théorie du projet	van Griethuysen	97
* Commande des machines	Decotignie	99
* Systèmes d'IAO	Porchet	101
* Gestion de production	vacat	102
* Thermoméc. et prévention défaillances	Bargmann	104
* Réglage automatique III	Longchamp	82
* Modélisation et simulation I	Bonvin	84
Projet de l'orientation IMP I	Del Pedro, Porchet, Pruvot, Spinnler, Xenophontidis, Longchamp, Bonvin	106
Projet HTE	Goldschmid	108

* Cours à option autre orientation

* Projet autre orientation

Cours	Enseignants	Page
-------	-------------	------

Quatrième année - huitième semestre

* = option

Orientation INGENIERIE DES FLUIDES ET DE L'ENERGIE (IFE)

Techniques de mesure II	Truong	63
* Aéro- et hydrodynamique II	Deville, Monkewitz, Ryhming	65
* Turbomachines hydrauliques II	Avellan	67
* Turbomachines thermiques II	Bölcs	69
* Energétique II	Tastavi	71
* Simul.numér.avancée écoulements	Deville, Drotz	73
* Moteurs à combustion interne II	Gianola	75
* Cavitation	Avellan	76
* Choix des équipements hydrauliques	Prénat	78
* Méthodes numériques en thermique	Ott	79
* Optimisation des systèmes therm.	von Spakovsky	80
* Procédés thermiques industriels	Javet	81
* Réglage automatique IV	Longchamp	83
* Modélisation et simulation II	Bonvin	85
Projet de l'orientation IFE II	Avellan, Bölcs, Deville, Favrat, Gianola, Monkewitz, Ryhming	87
Laboratoires de l'orientation IFE	Avellan, Bölcs, Deville, Favrat, Gianola, Monkewitz, Ryhming	89
Projet HTE	Goldschmid	108

Orientation INGENIERIE MECANIQUE ET PRODUCTIQUE (IMP)

Commandes électro-hydrauliques	Pahud	91
Dynamique des structures	Gmür	94
Systèmes de CFAO	vacat	95
* Conception des machines-outils II	Pruvot, Pahud	98
* Conception de systèmes	van Griethuysen	100
* Méth.d'optimis.en production+en méc.	Prodon	103
* Méth.numér.en méc.des solides	Curnier	105
* Réglage automatique IV	Longchamp	83
* Modélisation et simulation II	Bonvin	85
Projet de l'orientation IMP II	Del Pedro, Porchet, Pruvot, Spinnler, Xenophontidis, Longchamp, Bonvin	107
Projet HTE	Goldschmid	108

Titre : ANALYSE I .						
Enseignant : C.A. STUART, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 120		Par semaine: Cours 4 Exercices 4 Pratique				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie civil.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie rural	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Etude des méthodes principales du calcul différentiel et intégral de fonctions d'une variable en vue des applications aux problèmes physiques et techniques

CONTENU

Nombres complexes; fonctions réelles, limite, continuité; dérivée, développement limite; suites, séries, séries entières; séries de Taylor; primitives, intégrale définie; équations différentielles de 1er ordre; équations différentielles de 2ème ordre, linéaires aux coefficients constants.

Applications aux problèmes physiques et mécaniques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra, exercices en salle

DOCUMENTATION: *Calcul différentiel et intégral I & III*, J. Douchet & B. Zwahlen
PPUR 1983 et 1987

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Nombres réels, fonctions trigonométriques et exponentielles.
Préparation pour:

Titre : ANALYSE II						
Enseignant : C.A. STUART, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 80		Par semaine: Cours 4 Exercices 4 Pratique				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie Mécanique.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie civil.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie Rural + Géomètre	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Etude des méthodes principales du calcul différentiel et intégral de fonctions de plusieurs variables en vue des applications aux problèmes physiques et techniques

CONTENU

Fonctions de plusieurs variables, continuité : dérivée et dérivées partielles; fonctions composées, fonctions implicites; extrema et extrema liés; intégrales doubles et triples.

Applications aux problèmes physiques et mécaniques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra, exercices en salle

DOCUMENTATION: *Calcul différentiel et intégral II & IV*, J. Douchet & B. Zwahlen, PPUR 1985 et 1988

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Algèbre vectoriel, calculs matriciels.

Préparation pour:

Titre : ANALYSIS I (EN ALLEMAND)								
Enseignant : Bruno ZWAHLEN, professeur EPFL/DMA								
Heures totales :	120	Par semaine :		Cours	4	Exercices	4	Pratique
Destinataires et contrôle des études						Branches		
Section (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques		
GÉNIE MÉCANIQUE	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
G.C., G.R.G.,.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
MI, MA,	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
DE, DP, DI.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

OBJECTIFS

Etude du calcul différentiel et intégral: notions, méthodes, résultats.

CONTENU

Differential-und Integralrechnung der Funktionen einer Variablen.

- Grundbegriffe (reelle und komplexe Zahlen, Grenzwert).
- Funktionen.
- Stetigkeit.
- Ableitungen.
- Lokales Verhalten einer Funktion, Maxima und Minima.
- Die Taylor - Entwicklung, Potenzreihen.
- Spezielle Funktionen.
- Integrale und Stammfunktionen.
- Uneigentliche Integrale.

Lineare Differentialgleichungen.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:

Ex cathedra, exercices en salle.

DOCUMENTATION:

Calcul différentiel et intégral I et III, J. Douchet et B. Zwahlen, P.P.R. 1983 et 1987.
Ingenieur Analysis I & II, Christian Blatter, VdF, Zürich 1989.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : ANALYSIS II (EN ALLEMAND)							
Enseignant : Bruno ZWAHLEN, professeur EPFL/DMA							
Heures totales :	80	Par semaine :	Cours	4	Exercices	4	Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches		
Section (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
GÉNIE MÉCANIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CG, GRG,.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
MI, MA,	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DE, DP, DI.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

OBJECTIFS

Etude du calcul différentiel et intégral: notions, méthodes, résultats.

CONTENU

Differential-und Integralrechnung der Funktionen mehrerer Variablen.

- Funktionen mehrerer Variablen.
- Partielle Ableitungen.
- Maxima und Minima, Extrema mit Nebenbedingungen, implizite Funktionen.
- Die Taylor-Entwicklung.
- Mehrfache Integrale.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices en salle.

DOCUMENTATION: *Calcul différentiel et intégral II et IV*, J. Douchet et B. Zwaehlen, P.P.R. 1985 et 1988.
Ingenieur Analysis I & II, Christian Blatter, VdF, Zürich 1989.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Analysis I, Algèbre linéaire I.

Préparation pour:

Titre : MATHEMATIQUES (RÉPÉTITIONS)						
Enseignant : O. BACHMANN, chargé de cours EPFL/DMA						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Toutes	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant insuffisamment préparé, en particulier le porteur d'une maturité de type A,B, D ou E, raffermira ou acquerra les connaissances mathématiques élémentaires nécessaires.

CONTENU

- Eléments du calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable
- Eléments d'équations différentielles ordinaires
- Algèbre des nombres complexes
- Calcul vectoriel et matriciel
- Utilisation du programme MATHEMATICA

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra

DOCUMENTATION:

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Cours de base en mathématiques et physique

Préparation pour:

Titre : ANALYSE III						
Enseignant : Jean DESCLOUX, professeur EPFL/DMA						
Heures totales :	75	Par semaine :	Cours 3	Exercices 2	Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie civil	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie rural et géomètre.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Présenter des outils du calcul différentiel et intégral nécessaires aux sciences de l'ingénieur.

CONTENU

- Champs scalaires, champs vectoriels.
- Arcs, intégrales curvilignes.
- Morceaux de surfaces, intégrales de surface.
- Etude des opérateurs gradient, divergence, rotationnel, laplacien.
- Théorèmes de Stokes, du gradient, de la divergence, du rotationnel, formules de Green.
- Coordonnées cylindriques, sphériques. Opérateurs gradient, divergence, rotationnel et laplacien dans ces coordonnées.
- Séries de Fourier.
- Transformation de Fourier.
- Transformation de Laplace.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec exercices en salle.

DOCUMENTATION: M. Spiegel : Analyse vectorielle.
Schaum, Mc Graw-Hill 1973.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Analyse I et II. Algèbre linéaire I et II.
Préparation pour:

Titre : ANALYSE IV						
Enseignant : Jean DESCLOUX, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Fournir les notions principales sur les fonctions complexes à une variable.

CONTENU

- Plan complexe, fonctions complexes : continuité, limite, dérivabilité, équations de Cauchy-Riemann.
- Transformations conformes.
- Théorie de Cauchy, formule de Cauchy.
- Séries de Laurent, théorème des résidus.
- Calcul d'intégrales définies par la méthode des résidus.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle.

DOCUMENTATION: Variables complexes. Séries Schaum. Ediscience Paris.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Analyse I, II, III.

Préparation pour:

Titre : ANALYSE NUMERIQUE						
Enseignant : Jacques RAPPAZ, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie rural.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie civil	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Physique.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Physique UNIL.....						

OBJECTIFS

L'étudiant apprendra à résoudre pratiquement divers problèmes mathématiques susceptibles de se poser aux ingénieurs.

CONTENU

Interpolation polynomiale. Intégration et différentiation numériques. Discrétisation par différences finies. Méthodes directes pour la résolution de systèmes linéaires. Equations et systèmes d'équations non linéaires. Equations et systèmes différentiels. Problèmes de valeurs propres. Problèmes de moindres carrés. Eléments finis les plus simples.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle.

DOCUMENTATION: A. Ralston, Ph. Rabinowitz : A first course in numerical analysis. Mc Graw-Hill (International Student Edition).
 Polycopié: Analyse numérique (Notes de cours: Leçons 1-10)
 Analyse. Algèbre linéaire. Programmation.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:
Préparation pour:

Titre : ALGÈBRE LINÉAIRE I						
Enseignant : Thomas LIEBLING, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 45		Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G.C., G.R.G.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ETS, Matériaux.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Apprendre aux futurs ingénieurs à formuler et à résoudre des problèmes d'algèbre linéaire.

CONTENU

- Systèmes d'équations linéaires et algorithme de Gauss, pivotement
- Calcul matriciel, matrices en blocs, inversion, factorisation des matrices, déterminants, applications
- Espaces vectoriels, bases, sous-espaces, interprétation géométrique
- Espaces associés à une matrice, rang
- Les produits scalaires généralisés, orthogonalisation de Gram Schmidt
- Approximations par la méthode des moindres carrés
- Coordonnées et changements de base
- Les applications linéaires, noyau, image.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices en classe

DOCUMENTATION: Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Algèbre linéaire II, Mécanique et Physique I et II

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : ALGEBRE LINEAIRE II						
Enseignant : Thomas LIEBLING, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G.C., G.R.G.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ETS, Matériaux.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Apprendre aux futurs ingénieurs à formuler et à résoudre des problèmes d'algèbre linéaire.

CONTENU

- Déplacements et coordonnées homogènes
- Les valeurs propres et les vecteurs propres, équations aux différences
- Les quadriques
- Eléments de la théorie des graphes
- Programmation linéaire et algorithme du simplexe
- Notion du tenseur et rudiments du calcul tensoriel.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices en classe

DOCUMENTATION: Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Algèbre linéaire I, Mécanique et Physique I et II

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : PROBABILITE ET STATISTIQUE I						
Enseignant : J.-M. HELBLING, chargé de cours EPFL/DMA						
Heures totales : 45		Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique, Physique .	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie rural	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanique, ETS.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie civil.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant aux concepts fondamentaux des probabilités et des statistiques. Au terme du cours, l'étudiant devrait avoir assimilé ces concepts et ainsi pouvoir les utiliser.

CONTENU

- *Probabilités* : Révision des notions de base.
- *Variables aléatoires* : Définition, moyenne, variance, covariance, corrélation, transformation.
- *Lois discrètes* : Bernoulli, binomiale, hypergéométrique, Poisson, géométrique.
- *Lois continues* : Normale, Gamma, exponentielle, chi-carré, F, t.
- *Théorie de probabilité* : Théorème central limite, approximations par la loi normale.
- *Estimation* : Distributions d'échantillonnage, estimation ponctuelle, biais, carré moyen de l'erreur, estimateurs du maximum de vraisemblance, estimateurs par la méthode des moments, méthode des moindres carrés, estimation par intervalle.
- *Tests d'hypothèses* : Erreurs de 1ère et 2e espèces, puissance d'un test, tests basés sur la loi normale, test t et test F pour un modèle linéaire, test du chi-carré.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra et exercices en classe

DOCUMENTATION: Cours polycopié *Probabilités et Statistique pour Ingénieurs* du Prof. S. Morgenthaler

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour: Statistique appliquée et cours professionnels utilisant la statistique.

Titre : GEOMETRIE I						
Enseignant : Marc TROYANOV, professeur-assistant EPFL/DMA						
Heures totales : 45		Par semaine: Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Développer la vision spatiale. Faire le lien entre les objets géométriques et leurs représentations algébriques. Se familiariser avec les notions géométriques de transformation, de projection de paramétrisation etc.

Etudier les fondements et les applications de la géométrie constructive.

CONTENU

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Géométrie affine et vectorielle | Longueurs, proportions et aires.
Vecteurs, produits scalaire et vectoriel etc. |
| 2. Courbes planes | Etudes de quelques courbes planes simples. |
| 3. Transformations, projections | Transformations affines, isométries, similitudes.
Projections conique et cylindrique, perspective. |
| 4. Géométrie constructive | Géométrie descriptive, axonométrie etc. |

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposé oral. Exercices par groupes.

DOCUMENTATION:

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Algèbre linéaire, Analyse.

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : GEOMETRIE II						
Enseignant : Marc TROYANOV, professeur-assistant EPFL/DMA						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Apprendre à appliquer les méthodes du calcul différentiel aux objets géométriques.
Travailler avec des paramétrisations locales. Etudier les notions de base de la géométrie différentielle (plan tangent, courbure etc.)

CONTENU

- | | |
|----------------------------|--|
| 5. Courbes | Diverses représentations d'une courbe.
Longueur d'une courbe, cercle osculateur, courbure, torsion, repère de Frenet. |
| 6. Surfaces | Diverses représentations d'une surface, aire, courbure moyenne, courbure de Gauss.
Première et seconde forme fondamentale.
Courbes sur une surface, distances intrinsèques, géodésiques. |
| 7. Applications mécaniques | Bulles de savon et autres formes d'équilibre. |

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposé oral. Exercices par groupes.

DOCUMENTATION:

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Algèbre linéaire, Analyse.

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : CHIMIE APPLIQUEE						
Enseignant : Ph. JAVET, E. PLATTNER, C. FRIEDLI, Professeurs EPFL/DC						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 3 Exercices 1			Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
GENIE MECANIQUE, GC.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ELECTRICITE, PHYSIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MICROTECHNIQUE	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GENIE RURAL ET GEOMETRE	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Acquérir ou compléter les connaissances de base en chimie générale et préparer ainsi l'accès aux enseignements ultérieurs en science et technologie moderne des matériaux.

Maîtriser le langage et la symbolique utilisés en chimie.

Illustrer le mode de pensée inductif grâce aux démonstrations présentées au cours notamment.

Servir de base aux relations interdisciplinaires; la chimie ou ses applications jouent un rôle croissant dans les sciences de l'ingénieur; le cours doit permettre au futur ingénieur de comprendre les bases de travail du chimiste et d'engager avec succès le dialogue.

CONTENU

- Structure atomique, tableau périodique, liaisons chimiques
- Etats de la matière, lois de base; règle de nomenclature
- Réaction chimique; stoechiométrie, bilan énergétique; équilibres chimiques; affinités et potentiel chimiques; éléments de cinétique et de photochimie.
- Métaux, non-métaux; fabrication de quelques composés importants; notions de chimie industrielle
- Introduction à la chimie organique
- Physico-chimie de l'eau; propriétés des ions en solutions; acides et bases. Oxydo-réduction, loi de Nernst, série électrochimique. L'état colloïdal.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathédra avec démonstration; exercices en salle

DOCUMENTATION : livre PPR

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Formation de base, préalable aux études de propriétés de la matière et des technologies. Niveau en chimie de la maturité fédérale.

Préparation pour :

Titre : METAUX ET ALLIAGES						
Enseignant : Bernhard ILSCHNER, professeur EPFL/DMX						
Heures totales : 40		Par semaine: Cours 4 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Connaître les principaux groupes des matériaux métalliques et comprendre leurs propriétés à la base des diagrammes d'équilibre et des éléments microstructuraux. L'étudiant apprendra à apprécier l'influence des procédés de fabrication sur les propriétés ainsi que l'interaction des facteurs techniques et économiques dans les développements pratiques. Le cours traite des nombreux exemples d'application et donne une perspective des tendances pour les prochains 10-15 ans.

CONTENU

1. Vue d'ensemble. Définitions des propriétés importantes, comparaison entre les éléments.
2. Le fer et le système Fe-C. Transformations pendant refroidissement de l'austénite. Notions et stratégies de la sidérurgie. Aciers faiblement alliés, aciers microalliés, rôle des carbures. Aciers fortement alliés (quelques exemples).
3. Les fontes ferreuses ("blanches", "grises", spécialités)
4. L'aluminium et ses alliages. Elaboration. Propriétés et applications d'aluminium pur. Alliages de corroyage et de fonderie. Problème de corrosion.
5. Le cuivre et ses alliages. Elaboration et affinage. Cu pur et ultra-pur. Laiton, bronze, maillechort, cuivre-nickel etc.
6. Le nickel et ses alliages. Propriétés mécaniques, résistance à la corrosion. NiCr et le chauffage électrique. "Superalliages" à base de Ni. Matériaux magnétiques.
7. Le titane, le zirconium et ses alliages. Problèmes d'élaboration. Formage par superplasticité. Revêtements par CVD : TiN, TiC etc.
8. Les métaux réfractaires (molybdène, tungstène) et les "Métaux durs" (WC/Co etc.). Rôle de la métallurgie des poudres.
9. Les métaux précieux : argent, or, platine, rhodium, palladium. Alliages avec Cu. Application dans la haute technologie.
10. Autres métaux : plomb, étain, zinc. Zingage et étamage.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra; questions et discussions encouragées

DOCUMENTATION: Feuilles polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Introduction à la science des matériaux

Préparation pour: TP métallurgie générale

Titre : METAUX ET ALLIAGES / TP						
Enseignant : Hans.-U. KUENZI, chargé de cours EPF/DMX						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours		Exercices		Pratique 2
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

- Faire connaître les installations et les techniques utilisées dans un laboratoire d'essais des matériaux.
- Démontrer le comportement mécanique des métaux.
- Mettre en évidence les relations entre microstructure et propriétés des métaux.
- Faire connaissance avec les caractéristiques des alliages industriels importants.
- Perfectionner la capacité de rédiger un rapport.

CONTENU

- Traitement thermique des aciers
- Déformations élastiques, plastiques; résistance mécanique
- Durcissement par précipitation
- Durcissement des couches superficielles par diffusion
- Examens métallographiques
- Contrôles non-destructifs
- Rugosité et usure des surfaces

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Travaux pratiques en petits groupes

DOCUMENTATION: Guide

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Introduction à la science des matériaux. Métaux et alliages.
Préparation pour: Mécanique de la rupture

Titre : INTRODUCTION A LA SCIENCE DES MATERIAUX						
Enseignant : Wilfried KURZ, professeur EPFL/DMX						
Heures totales : 45		Par semaine: Cours 3 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique + ETS.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique + ETS.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables :

- d'utiliser des concepts simples mais généraux permettant la compréhension du comportement (surtout mécanique) des matériaux
- de savoir distinguer les classes de matériaux importants et en connaître leurs caractéristiques générales

CONTENU

Introduction : La science des matériaux; types de matériaux; structure et propriétés

Structure atomique : Liaisons atomiques; état cristallin; diffraction; défauts cristallins

Propriétés mécaniques d'un métal pur : Déformation élastique; déformation plastique; durcissement par les défauts cristallins

Alliages : Phases; diagrammes d'équilibre

Transformations de phase : Germination et croissance; microstructure des alliages

Propriétés mécaniques des alliages : Durcissement par la présence de phase; rupture

Polymères : Quelques aspects de la structure des polymères et de leurs propriétés

Céramiques : Quelques aspects de la structure des céramiques et de leurs propriétés

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec démonstrations; séances d'exercices

DOCUMENTATION: Introduction à la science des matériaux : W. Kurz, J.P. Mercier, G. Zambelli. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 2ème édition, 1991

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour: Métallurgie générale

Titre : FORMAGE DES MATERIAUX						
Enseignant : Eberhard BLANK, chargé de cours EPFL/DMX						
Heures totales : 20		Par semaine: Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Connaître les technologies utilisées pour la mise en forme des pièces métalliques, y compris leurs fondements mécaniques et métallurgiques. Développer la capacité de choisir la voie de fabrication selon les conditions techniques et économiques.

CONTENU

1. Fonderie, frittage et formage mécanique dans le contexte du système de fabrication des objets métalliques.
2. La solidification des fontes métalliques (purs et alliés) et ses conséquences pour la technologie de fonderie. Moulage à sable.
3. Fonderie avancée : coulée continue, coulée par injection, moulage à la cire perdue, solidification directionnelle, rheocasting, spray casting, squeeze casting.
4. Métallurgie des poudres : base théorique - technologie actuelle - applications.
5. Laminage et autres techniques de formage par déformation à froid. Aspect de la microstructure, des propriétés mécaniques (souvent anisotropes), et de la qualité des surfaces.
6. Forgeage, laminage et filage : déformation à chaud. Techniques et problèmes métallurgiques. Formage super-plastique. Compression isostatique (HIP).
7. Travail des métaux en feuilles : pliage, emboutissage, découpage.
8. Méthodes non-conventionnelles : superplasticité, formage par choc.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec projections

DOCUMENTATION: Notes polycopiées. Bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: a) Introduction à la science des matériaux
b) Métaux et alliages

Préparation pour:

Titre : USINAGE DES METAUX						
Enseignant : François PRUVOT, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 3			Exercices - Pratique -	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant devra être capable :

- de calculer les forces, puissances ainsi que les paramètres de coupe nécessaires pour une opération d'usinage,
- de choisir le type de machine correspondant,
- de définir une gamme d'usinage simple.

CONTENU

Le cours comprend 2 parties principales, chacune faisant l'objet d'un polycopié :

- Vol. 1 - Le phénomène de la coupe (théorie et pratique).
 - Les outils de coupe (description des outils pour les différentes opérations - matériaux formant les outils - comportement des outils - usure - performances et tendances).
 - Les machines (description des différents types - caractéristiques principales - domaine d'application - calcul de performances).
- Vol. 2 - Les gammes d'usinage (définition - gammes élémentaires - bases de la conception des gammes d'usinage - positionnement - bridage des pièces, définition des postes).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec projections
DOCUMENTATION: Polycopiés en volumes

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Formage des matériaux

Préparation pour: Machines-outils et automates (7ème et 8ème semestres)

Titre : ELECTROTECHNIQUE						
Enseignant : Basile KAWKABANI, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices			Pratique -	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Assimiler les calculs des régimes transitoires et des régimes permanents sinusoïdaux dans les circuits linéaires. Maîtriser l'emploi du calcul complexe, des notions d'impédance, d'admittance, de puissances actives et réactives. Exercer le calcul des régimes permanents dans les systèmes triphasés symétriques et non symétriques.

CONTENU

- 1. Introduction :** Définition, système d'unités, notations.
- 2. Circuits électriques et magnétiques :** Modèles de Maxwell et de Kirchhoff, équations de Maxwell, champ et induction magnétiques, loi d'Ampère, perméances, inductances, loi de l'induction, circuits couplés.
- 3. Eléments de circuits :** Sources idéales, lois de Kirchhoff, régimes transitoires, réponses indicelles de circuits R-L-C, enclenchement sur une source de tension sinusoïdale, méthode générale, résolution par la transformée de Laplace.
- 4. Circuits monophasés et régime sinusoïdal :** Obtention d'une tension alternative, nombres complexes associés, impédances, admittances, régimes permanents, puissances, sources réelles.
- 5. Systèmes polyphasés :** Définitions, systèmes symétriques, tensions simples et composées, couplages, puissances, passages étoile-triangle, systèmes asymétriques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples et exercices.

DOCUMENTATION : Polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique Générale, Analyse.

Préparation pour : Electronique, Machines et Installations Electriques I et II.

Titre : ELECTRONIQUE I						
Enseignant : Maher KAYAL, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 45		Par semaine: Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Introduction aux principes fondamentaux de l'électronique. Etre à même de comprendre le fonctionnement des principaux composants et circuits électroniques

CONTENU

1. Introduction générale à l'étude des circuits électroniques
2. Circuits passifs linéaires et non linéaires
3. Le concept d'amplification
4. L'amplificateur opérationnel, ses applications en contre-réaction
5. L'amplificateur opérationnel, ses applications en réaction
6. Les transistors et amplificateurs à transistor
7. Les circuits logiques
8. Les bascules
9. Les oscillateurs sinusoïdaux
10. Circuits d'interface pour acquisition et traitement de données

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec exemples et exercices

DOCUMENTATION: Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Electrotechnique

Titre : MACHINES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES I						
Enseignant : Jean-Jacques SIMOND, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2		Exercices 1	Pratique 0	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant acquiert les connaissances de base relatives aux circuits magnétiques et électriques ainsi qu'aux phénomènes liés à la conversion électromécanique dans les machines électriques les plus courantes.

Il est capable de choisir un entraînement électrique en se basant sur les caractéristiques externes.

CONTENU

- 1. Généralités :** Matériaux constitutifs des machines électriques, rappel des lois fondamentales, bilan énergétique et conversion d'énergie électromécanique.
- 2. Transformateur :** Constitution, morphologie, équations et diagrammes, schémas équivalents, régimes particuliers, marche en parallèle, indice horaire.
- 3. Machines tournantes :** Généralités, types d'enroulements, solénations pulsantes et tournantes, tension induite, réactances.
- 4. Moteur asynchrone :** Constitution, principe de fonctionnement, équations et diagrammes, schéma équivalent, caractéristiques de couple et de courant, modes de démarrage, réglage de la vitesse.
- 5. Machine synchrone :** Constitution, principe de fonctionnement, machines à rotor lisse et à pôles saillants non saturées, équations et diagrammes de tension et de puissance, alimentation par convertisseur de fréquence.

Laboratoire de machines et installations électriques : voir page Machines et Installations Electriques II.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations et exercices.

DOCUMENTATION : Polycopié Machines et Installations Electriques, cours pour ingénieurs mécaniciens.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrotechnique.

Préparation pour :

Titre : MACHINES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES II						
Enseignant : Jean-Jacques SIMOND, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2 Exercices			Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant acquiert les connaissances de base relatives aux circuits magnétiques et électriques ainsi qu'aux phénomènes liés à la conversion électromécanique dans les machines électriques les plus courantes.

Il est capable de choisir un entraînement électrique en se basant sur les caractéristiques externes.

CONTENU

6. **Machine à courant continu** : Constitution, principe de fonctionnement, équations fondamentales, modes de couplage de l'excitation, réglage de la vitesse.
7. **Compléments et aperçus constructifs** : Notions de prédimensionnement, calcul des pertes, systèmes de refroidissement, systèmes d'isolation, régimes perturbés.
8. **Eléments d'installations électriques** : Chapitres choisis.
9. **Entraînements électriques** : Composantes d'un système d'entraînement, domaines d'application, systèmes d'entraînement à vitesse variable.

Laboratoire :

- Machine asynchrone : mesure des caractéristiques à vide et à rotor bloqué, détermination du schéma équivalent, application des résultats à un problème de démarrage, de freinage ou d'alimentation spéciale;
- Machine synchrone : essai en charge, fonctionnement en moteur et en génératrice, synchronisation (courbes en V, topogramme);
- Machine courant continu : relevé des caractéristiques en charge, démarrage.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations et exercices; laboratoire par groupes de 3.

DOCUMENTATION : Polycopié Machines et installations électriques, cours pour ingénieurs mécaniciens.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrotechnique, Machines et Installations Electriques I.

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE DES FLUIDES I						
Enseignant : Michel DEVILLE, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 50		Par semaine: Cours 3			Exercices 2 Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Etre capable d'élaborer, d'utiliser et d'appliquer les lois fondamentales de la Mécanique des Fluides

CONTENU

Généralités : Domaine scientifique - tenseurs cartésiens - mécanique des milieux continus - équations de base - cinématique des écoulements - description selon Lagrange et Euler - trajectoires - lignes de courant

Equation de continuité : Conservation de masse - formulation intégrale et différentielle - vecteur potentiel - fonction de courant - potentiel de vitesse - conditions aux limites

Equation de quantité de mouvement : Conservation de quantité de mouvement - formulation intégrale et différentielle - fluide idéal : équations d'Euler et théorème de Bernoulli - les théorèmes de circulation de Kelvin et Helmholtz - illustrations - démonstrations

La théorie potentielle des écoulements incompressibles : Ecoulements potentiels - l'équation de Laplace - les fonctions harmoniques - conditions aux limites et unicité des solutions - problèmes de Dirichlet, de Neumann et de Cauchy - solutions élémentaires - principe de superposition - séparation des variables

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra

DOCUMENTATION: I.L. RYHMING : Dynamique des fluides, éd. PPR, Lausanne 1991

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Analyse III - Physique générale - Mécanique générale - Thermodynamique

Préalable requis:
Préparation pour:

Titre : MECANIQUE DES FLUIDES II						
Enseignant : Peter MONKEWITZ, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 60		Par semaine: Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Etre capable d'élaborer, d'utiliser et d'appliquer les lois fondamentales de la Mécanique des Fluides

CONTENU

La théorie potentielle des écoulements incompressibles : Théorie des profils - portance et traînée - transformations conformes - l'aile tridimensionnelle - écoulement instationnaire - masse ajoutée - écoulements potentiels avec une surface libre

Éléments de la théorie des couches limites : Equations de Navier-Stokes - solutions exactes - la théorie des couches limites laminaires à un nombre de Reynolds élevé - la couche limite sur une plaque plane (Blasius) et un dièdre (Falkner-Skan) - l'équation intégrale de von Karman - méthodes approximatives Karman - Pohlhausen, Holstein - Bohlen et Walz - Thwaites - stabilité et nombre de Reynolds critique - transition - turbulence - valeurs moyennes et fluctuantes - contraintes de Reynolds - loi de distribution de vitesse de la couche limite turbulente, plaque plane et tube circulaire - le frottement turbulent - le décollement laminaire et turbulent - méthode de calcul approximative de la couche limite turbulente selon Head

Evaluation critique et limitation de la théorie et ses possibilités d'applications

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra

DOCUMENTATION: I.L. RYHMING : Dynamique des fluides, éd. PPR, Lausanne 1991

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Analyse III - Physique générale - Mécanique générale - Thermodynamique - Hydraulique

Préalable requis:
Préparation pour:

Titre : MECANIQUE DES FLUIDES III						
Enseignant : Peter MONKEWITZ, François AVELLAN, professeurs EPFL/DGM						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 4 Exercices -			Pratique -	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS :

Etre capable d'appliquer les lois fondamentales aux problèmes des écoulements compressibles.
Savoir appliquer la mécanique des fluides aux problèmes techniques posés par les liquides réels, en identifiant le problème et en choisissant la méthode de résolution adéquate.

CONTENU HYDRAULIQUE (10 heures) :

- Equation de conservation d'énergie, équation de Bernoulli, repère fixe et repère tournant
- Pertes de charge, pertes par frottement, pertes singulières quadratiques, Borda, convergent-divergent, coudes
- Caractéristique hydraulique d'un circuit
- Notions sur les machines hydrauliques
- Point de fonctionnement d'une machine

CONTENU DYNAMIQUE DES GAZ (30 heures) :

- Equation d'énergie, formes intégrale et différentielle (avec revue de thermodynamique): Cas particulier et cas général. Formes différentielles. Ecoulement idéal et adiabatique. Ecoulement incompressible. Transfert de chaleur dans un écoulement de Couette. Transfert de chaleur dans une couche limite bidimensionnelle compressible.
- Ecoulement monodimensionnel, stationnaire et idéal : Vitesse du son. Constante de l'équation d'énergie. Onde de choc normale. Ecoulement dans une tuyère de Laval. Mesures de pression et de vitesse dans un écoulement supersonique.
- Equations de base d'un écoulement bi- et tridimensionnel, idéal et stationnaire : Equation générale de la dynamique des gaz. Ecoulement irrotationnel exprimé en fonction de Φ . Ecoulement plan rotationnel exprimé en fonction de Ψ .
- Théorie des petites perturbations : Equations de perturbation pour un écoulement parallèle et homogène. Ecoulements sub- et supersoniques. Profils subsonique et supersonique. Coefficients de pression, de portance, de traînée.
- Ondes dans un écoulement supersonique :
Onde de choc oblique. Expansion et compression isentropiques. Exemples: onde de choc oblique, expansion autour d'un dièdre, lignes de courant dans une expansion continue.
- Caractéristiques dans un écoulement bidimensionnel :
Transformations des équations de base. Méthode de calcul des caractéristiques. Exemple: écoulement supersonique dans une conduite bidimensionnelle. Onde de choc dans un écoulement supersonique bidimensionnel. Approximation pour des petites déviations.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples numériques et exercices.

DOCUMENTATION :

Dynamique des fluides, I.L. Ryhming, PPR
Résumés photocopiés; tables numériques et littérature spécialisée (IMHEF, industrie, congrès, etc.).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

- Préalables requis :** Physique générale I, II; Mécanique générale I, II; Mécanique des fluides I, II; Thermodynamique; Transfert de chaleur et de masse
Préparation pour : La plupart des cours et projets des orientations IFE et IMP

Titre : THERMODYNAMIQUE ET ENERGETIQUE I

Enseignant : André TASTAVI, chargé de cours EPFL / DGM

Heures totales : 60

Par semaine: Cours , 3 Exercices 1 Pratique

Destinataires et contrôle des études

Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option
Génie mécanique.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Branches

Théoriques	Pratiques
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Savoir appliquer les principes de la thermodynamique et réaliser des bilans énergétiques et exergetiques de systèmes simples.

CONTENU

Généralités et principes fondamentaux : Systèmes thermodynamiques – Principe zéro – Energie et premier principe – Entropie et deuxième principe – Troisième principe – Equation de Gibbs.

Systèmes fermés monophasés

Propriétés thermodynamiques de la matière : Etats et changements d'état – Théorie cinétique des gaz – Gaz parfaits et semi-parfaits – Equations d'état (Van der Waals, Lee-Kesler, etc.)

Transformations et diagrammes thermodynamiques

Systèmes ouverts en régime permanent

Mélanges de gaz parfaits ou semi-parfaits

Approche énergétique des cycles thermodynamiques et cycles spéciaux : Généralités – Propriétés générales des cycles – Cycles bithermes moteurs ou générateurs

Energétique thermodynamique : Théorie de l'exergie, bilans énergétiques et exergetiques, rendement et efficacité

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exemples et exercices

DOCUMENTATION: Feuilles photocopées et livres : *Thermodynamique et Energétique*, Vol. I et II par L. BOREL, Editions PPR, 1987.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Physique générale, Mécanique générale, Analyse et Algèbre linéaire

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : THERMODYNAMIQUE ET ENERGETIQUE II						
Enseignant : Daniel FAVRAT, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 40		Par semaine: Cours 3 Exercices 1			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Savoir réaliser des bilans énergétiques et exergetiques de systèmes thermiques complexes liés notamment à la conversion d'énergie.

CONTENU**Mélanges d'un gaz et d'une substance condensable**

Combustion : Généralités – Equations chimiques de base – Pouvoirs énergétiques et exergetiques d'un combustible – Combustion complète ou incomplète – Température de combustion – Propriétés thermodynamiques des gaz de combustion – Déroulement d'une combustion. – Bilans énergétiques et exergetiques relatifs aux chambres de combustion, aux chaudières et aux moteurs à combustion interne. Approche exergetique des cycles thermodynamiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exemples et exercices

DOCUMENTATION: Feuilles polycopiées et livres : *Thermodynamique et Energétique*, Vol. I et II par L. BOREL, Editions PPR, 1987.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Physique générale, Mécanique générale, Analyse et Algèbre linéaire

Préalable requis:
Préparation pour:

Titre : TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MASSE I						
Enseignant : Albin BÖLCS, Professeur EPFL / DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Donner les bases fondamentales du transfert de chaleur par convection et du transfert de masse et les appliquer à des cas concrets simples.

CONTENU

- Introduction, modes de transfert de chaleur**
Conduction, convection, rayonnement
- Propriétés thermiques des matériaux**
- Conduction thermique unidimensionnelle, stationnaire**
Relations fondamentales. La plaque plane
- Conduction thermique bidimensionnelle, stationnaire**
Solutions analytiques. Analogie rhéoelectrique. Méthode graphique. Méthodes numériques.
- Conduction thermique instationnaire**
Méthode de capacité thermique globale. Paramètres universels de la méthode de calcul instationnaire. Solution analytique pour la conduction monodimensionnelle instationnaire. Méthode numérique pour la conduction instationnaire.
- La convection thermique**
Principes fondamentaux de l'écoulement visqueux. Etude de similitude et paramètres adimensionnels
- Convection pour l'écoulement externe**
La couche limite laminaire sur une plaque plane. Ecoulement turbulent sur la plaque plane. Ecoulement autour d'un cylindre. La méthode expérimentale.
- Convection pour l'écoulement interne**
Convection pour un tube circulaire. Corrélations pour la convection forcée pour un tube circulaire.
- La convection libre**
Considérations de similitude. Convection sur une surface verticale. Corrélations empiriques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exercices.

DOCUMENTATION: Cours polycopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Thermodynamique, Mécanique des Fluides

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MASSE II						
Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, Professeur EPFL / DGM						
Heures totales : 40		Par semaine: Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Savoir concevoir et dimensionner un échangeur de chaleur; résoudre des problèmes de transfert de chaleur ou de diffusion apparaissant dans les installations, en s'appuyant sur les lois de base et en utilisant l'analogie entre transfert-chaleur et transfert de masse.

CONTENU

Rayonnement : Corps noir, corps gris, écrans, facteur de forme des surfaces. Corps colorés, rayonnement solaire et infra-rouge, effet de serre. Rayonnement des gaz, émission et absorption.

Transferts avec changement de phase : Condensation: film, gouttes, présence d'incondensables. Condensation sur une plaque verticale: théorie de Nusselt, turbulence, condensation sur tubes horizontaux. vaporisation : ébullition en vase, flux critique de chaleur, coup de chauffe, burn-out. Ebullition sur plaque horizontale. Ebullition dans des tubes. Instabilité du débit.

Echangeurs de chaleur : Types d'échangeur. Efficacité, unité de transfert (NUT). Dimensionnement des échangeurs. Arrangement. Effet de surfaces rugueuses et d'ailettes. Caloduc. Lit fluidisé. Capteurs solaires. Ailettes.

Transfert de masse dans les mélanges binaires : Définition de la composition. Diagrammes et lois pour mélanges binaires. Transfert de masse. Analogies des transferts. application : vaporisation de gouttelettes, panache.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra.

DOCUMENTATION: Feuilles photocopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Thermodynamique et énergétique, Analyse III, Mécanique des Fluides, Transfert de chaleur et de masse I (Prof. Böls)

Préparation pour: Installations thermiques et nucléaires.

Titre : MECANIQUE GENERALE I						
Enseignant : Jean-Philippe ANSERMET, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 75		Par semaine: Cours 3 Exercices 2			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ME ETS.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Etre capable de mettre sous forme mathématique l'expression d'un problème mécanique :

- représentation géométrique, paramétrisation, choix des repères de projection, inventaire des forces;
- applications de l'équation de la quantité de mouvement et de la conservation du moment cinétique;
- résolution des équations différentielles dans les cas élémentaires, discussion qualitative des cas complexes.

CONTENU**Introduction:**

Rappel de notions élémentaires de mécanique pour les systèmes à une dimension

Oscillateur harmonique :

Mouvement oscillatoire libre, amorti, forcé, résonance, facteur de qualité

Cinématique :

Coordonnées curvilignes, formules de Poisson, vitesse angulaire, corps solide indéformable, mouvement plan-sur-plan

Changement de référentiel :

Calcul de l'accélération (Coriolis), dynamique terrestre, relativité restreinte

Lois de Newton :

d'un système de points matériels, lois de conservation, énergie, puissance, travail

Forces :

Friction, gravitation (lois de Kepler, loi de Newton, principe d'équivalence), électromagnétisme, collisions, systèmes ouverts (ex. fusée)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en classe

DOCUMENTATION: Ouvrages recommandés, corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Bonne formation au niveau maturité

Préparation pour: Mécanique Générale II, Physique générale, Mécanique appliquée, Résistance des matériaux

Titre : MECANIQUE GENERALE II						
Enseignant : Jean-Philippe ANSERMET, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 40		Par semaine: Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ME ETS.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Etre capable de mettre sous forme mathématique l'expression d'un problème de mécanique :

- représentation géométrique, choix des repères de projection, inventaire des forces;
- applications de l'équation du moment cinétique et discussion qualitative;
- calcul de moments d'inertie et de positions de centres de masse;
- expression de lagrangiennes, dérivation des équations du mouvement.

CONTENU**Dynamique du corps solide :**

Centre de masse, tenseur d'inertie, moment cinétique, axe de rotation fixe, effets gyroscopiques

Mécanique analytique :

Equations de Lagrange, traitement des contraintes, oscillations autour d'une position d'équilibre

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en classe

DOCUMENTATION: Ouvrages recommandés, corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Mécanique générale I, Analyse I

Préparation pour: Physique générale, Mécanique appliquée, Résistance des matériaux

Titre : MECHANIK I									
Enseignant : Rolf GOTTHARDT, adjoint scientifique, chargé de cours EPFL / DP									
Heures totales : 75		Par semaine: Cours 3			Exercices 2		Pratique		
Destinataires et contrôle des études						Branches			
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques			
Génie mécanique.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Génie civil, Génie rural.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Microtechnique.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Electricité, Matériaux.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

ZIELSETZUNG

- Kennenlernen und Anwenden der allgemeinen Sätze der Kinematik und der Dynamik einzelner Massenpunkte
- Analysieren der Bewegungen von Materie-Systemen und Bestimmen der für ihre Bewegung verantwortlichen Kräfte

INHALT

- Kinematik des einzelnen Massenpunktes

Begriffe : Raum, Zeit
 Bezugssysteme, Koordinatensysteme
 Geschwindigkeit, Beschleunigung

- Dynamik des einzelnen Massenpunktes

Begriffe : Masse, Kraft
 Newtonsche Gesetze
 Arbeit, Leistung, kinetische Energie
 Erhaltungssätze

- Kinematik von nicht-verformbaren Festkörpern

Eulersche Winkel
 Rotationsvektor

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: ex cathedra und Übungen

DOCUMENTATION: empfohlene Bücher, korrigierte Übungen

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: gute Abiturkenntnisse in Mathematik und Physik
Préparation pour: Mechanik II, Mécanique appliquée, Physique générale

Titre : MECHANIK II						
Enseignant : Rolf GOTTHARDT, adjoint scientifique, chargé de cours EPFL / DP						
Heures totales : 75		Par semaine: Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie civil, Génie rural.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité, Matériaux	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ZIELSETZUNG

- Kennenlernen und Anwenden der Gesetze der Kinematik und der Dynamik von Materie-Systemen
- Anwenden dieser Gesetze für die Bestimmung des Gleichgewichtes und der Bewegung von Systemen von Massenpunkten und von Festkörpern

INHALT

- Relativbewegungen
Relative Bezugssysteme
Zerlegung von Geschwindigkeiten und Beschleunigungen
- Dynamik von Materie-Systemen
Massenschwerpunkt
Impuls
- Dynamik von nicht-verformbaren Festkörpern
Trägheitsmoment, Hauptachsen
allgemeine Bewegungsgleichungen
- Statik
- Stossmechanik
- Lagrange'sche Mechanik

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: ex cathedra und Übungen

DOCUMENTATION: empfohlene Bücher, korrigierte Übungen

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Mécanik I, Analyse I

Préparation pour: Mécanique appliquée, Physique générale

Titre : PHYSIQUE GENERALE I**Enseignant : Benoît DEVEAUD, Professeur EPFL/DP****Heures totales : 60****Par semaine: Cours 4 Exercices 2 Pratique****Destinataires et contrôle des études**

Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option
Génie mécanique.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Branches

Théoriques	Pratiques
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Donner à l'étudiant les notions de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques qu'il rencontrera dans sa vie professionnelle. Il sera capable de prévoir quantitativement les conséquences de ces phénomènes avec les outils théoriques appropriés. Il possédera en physique une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau.

CONTENU**Thermodynamique :**

Description macroscopique et microscopique d'un gaz parfait. Variables et fonctions d'état, changements de phases. Notions de physique statistique, théorie moléculaire, chaleur, entropie, température. Premier et deuxième principe de la thermodynamique, réversibilité, cycle de Carnot, rendement des machines thermiques. Changements de phase.

Electricité et magnétisme :

Electrostatique, champ électrique, potentiel, Théorème de Gauss, conducteurs, capacités. Courants électriques stationnaires, loi d'Ohm, lois de Kirchhoff. Magnétostatique, induction, courants de Foucault, self induction, induction mutuelle, transformateurs. Circuits électriques simples : RC, LC, RL, RLC. Equations de Maxwell, ondes électromagnétiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours donné ex cathedra, illustré de nombreuses expériences et exercices

DOCUMENTATION: Cours photocopiés. Ouvrages spécifiques précisés au cours du semestre

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Mécanique I et II

Préparation pour:

Titre : PHYSIQUE GENERALE II						
Enseignant : Benoît DEVEAUD, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 75		Par semaine: Cours 3 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Donner à l'étudiant les notions de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques qu'il rencontrera dans sa vie professionnelle. Il sera capable de prévoir quantitativement les conséquences de ces phénomènes avec les outils théoriques appropriés. Il possèdera en physique une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau.

CONTENU**Phénomènes ondulatoires :**

Etude phénoménologique de diverses ondes (acoustiques, élastiques, électromagnétiques). Modélisation de l'onde acoustique. Equation de d'Alembert. Superposition d'ondes : interférences, battements, diffraction, réflexion.

Optique :

Dualité corpusculaire et ondulatoire. Réflexion, réfraction, lentilles, instruments d'optique. Principe de Huygens, interférences, Michelson, diffraction, polarisation. Holographie, biréfringence, laser.

Physique Quantique et Physique Atomique :

Nécessité d'une description quantique, effet photoélectrique, dualité onde particule, spectres atomiques. Mécanique quantique, principe de Heisenberg. Equation de Schrödinger, particule libre, puits quantique, effet tunnel. Vision quantique des atomes. Molécules et solides.

Introduction à la physique nucléaire :

Stabilité des atomes, phénomènes de fission et de fusion, réaction en chaîne, mécanismes de récupération de l'énergie. Produits de fission, sécurité des installations.

Relativité restreinte - Astrophysique :

Relativité Galiléenne, expérience de Michelson et Morley, Postulats de la relativité restreinte, Simultanéité, espace à 4 dimensions, Transformations de Lorenz, $E=mc^2$, Introduction aux descriptions actuelles de l'astrophysique, théorie de big Bang.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours donné ex cathedra, illustré de nombreuses expériences et exercices

DOCUMENTATION: Cours polycopiés. Ouvrages spécifiques précisés au cours du semestre

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Mécanique I et II

Préparation pour:

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GENERALE						
Enseignant : Rosendo SANJINES, adjoint scientifique EPFL/DP						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours		Exercices		Pratique 2
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Présenter par des expériences pratiques une vue générale des phénomènes physiques et de leurs relations mutuelles. Compléter les connaissances acquises aux cours. Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure. Apprendre la manipulation d'appareils et d'instruments. Développer le sens de l'initiative et de la créativité.

CONTENU

En rapport avec le contenu des cours de Mécanique et de Physique de la section

En rapport avec certains enseignements de base dispensés par le Département concerné

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En laboratoire, à raison de 4 h. toutes les semaines

DOCUMENTATION: Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : MECANIQUE APPLIQUEE I						
Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 60		Par semaine: Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

- Détermination de l'ordre de grandeur des contraintes dues aux chocs.
- Modélisation et analyse des systèmes discrets linéaires et des systèmes continus du 2ème ordre de la mécanique vibratoire. Etude de leur comportement en régimes libre, forcé et permanent.

CONTENU**A. Mécanique des chocs**

Généralités - réactions et contraintes dues aux chocs - résistance des matériaux aux chocs - notions de densités limite d'énergie - temps de choc.

B. Mécanique vibratoire**1. L'oscillateur élémentaire**

Généralités et définitions - régimes libre, forcé et permanent - considérations énergétiques - admittances complexe, opérationnelle et temporelle - réponse complexe en fréquence - diagramme de Nyquist - exemples d'application - analogie force/courant.

2. L'oscillateur à deux degrés de liberté

Etude du régime libre et du couplage - formes énergétiques - amortisseurs de Frahm.

3. L'oscillateur généralisé conservatif

Formes quadratiques des énergies - matrices de rigidité et des masses - solution générale du régime libre - coordonnées normales - propriétés des formes et modes propres - étude de cas particuliers.

4. Systèmes continus du deuxième ordre

Equations de d'Alembert pour les vibrations latérales des cordes, les vibrations longitudinales dans les barres et les vibrations de torsion - nature ondulatoire des solutions - séparation des variables.

5. Vibrations de flexion des poutres

Etablissement de l'équation aux dérivées partielles - solution par les séries de modes - méthodes approchées de Rayleigh et Stodola, théorème du minimum - méthodes de discrétisation - introduction à la théorie des vibrations des plaques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices hebdomadaires.

DOCUMENTATION : cours photocopiés et livre PPR (1988).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale, Résistance des matériaux I et II.

Préparation pour : Mécanique appliquée II.

Titre : MECANIQUE APPLIQUEE II						
Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices 1		Pratique -
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Analyse des systèmes discrets linéaires dissipatifs, avec modes réels et modes complexes - Introduction aux systèmes non linéaires et à caractéristiques variables.

CONTENU**1. L'oscillateur généralisé dissipatif**

Fonction de dissipation et matrice des pertes - condition de Caughey - quotient de Rayleigh - régime libre - orthogonalité dans l'espace des phases - introduction à l'analyse modale expérimentale.

2. Oscillateur élémentaire non linéaire

Définition - examen de quelques méthodes d'intégration : méthode delta, méthode des petits paramètres, méthodes de Galerkin, Krylov et Bogoliubov - notion d'instabilité en régime forcé.

3. Systèmes à caractéristiques variables

Définitions - exemples pratiques - méthodes de résolution - vibrations auto-entretenues et paramétriques - conditions de stabilité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra, avec exercices hebdomadaires.
DOCUMENTATION : cours photocopiés et livre PPR (1988).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale, Mécanique appliquée I.
Préparation pour : Analyse numérique des structures.

Titre : RESISTANCE DES MATERIAUX I						
Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 75		Par semaine: Cours 3			Exercices 2 Pratique -	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Connaître les lois et théorèmes de base concernant le comportement des corps solides déformables ainsi que les méthodes d'analyse de systèmes simples, statiques et hyperstatiques. Être en mesure de calculer les organes et structures élémentaires de la construction mécanique.

CONTENU

- Equilibre intérieur et propriétés des matériaux** : généralités - hypothèses fondamentales - efforts intérieurs et contraintes - propriétés mécaniques des matériaux.
- Traction et compression, cisaillement, torsion circulaire, flexion** : définitions - calcul des contraintes et des déformations - analyse de l'état de contrainte, cercles de Mohr - énergie de déformation - calcul des déformées - introduction aux systèmes hyperstatiques.
- Energie de déformation élastique** : formes quadratiques de l'énergie élastique - théorèmes de Maxwell-Betti, Castigliano et Menabrea - application aux systèmes statiques et hyperstatiques.
- Théorie de l'état de contrainte** : théorème de Cauchy - matrice et quadriques des contraintes - calcul des contraintes et directions principales - cas particuliers.
- Critères de rupture de l'équilibre élastique** : états limites, coefficient de sécurité et contrainte de comparaison - critères du plus grand cisaillement, de Mohr et du plus grand travail de distorsion - aspect probabilistique de la sécurité.
- Flambage des poutres droites** : notion d'instabilité - cas fondamental et dérivés du flambage d'une poutre - flambage en dehors du domaine élastique - méthode de Timoshenko.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices hebdomadaires.

DOCUMENTATION : cours photocopiés, 1ère partie (1992), 2ème partie (1992), exercices (1990), fascicules divers.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale, analyse et algèbre linéaire.

Préparation pour : Résistance des matériaux II, Construction des machines.

Titre : RESISTANCE DES MATERIAUX II									
Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur Alain CURNIER, chargé de cours EPFL/DGM									
Heures totales : 50		Par semaine: Cours 3			Exercices 2		Pratique -		
Destinataires et contrôle des études					Branches				
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques			
Génie mécanique, ETS ME	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

OBJECTIFS

Connaître les lois, principes et théorèmes de base relatifs au comportement des solides déformables. Savoir aborder certains cas plus complexes d'analyse des contraintes, en particulier quand les efforts sont d'origine dynamique. Être en mesure d'étudier les ouvrages spécialisés.

CONTENU

- Méthode de la poutre auxiliaire** : principe de la méthode - application aux poutres de section variable.
- Flexion déviée et composée** : calcul des contraintes normales et de l'axe neutre - définition et recherche du noyau central.
- Flexion des poutres courbes** : hypothèses - calcul et analyse des contraintes - théorème de Castigliano - équation de la déformée pour les poutres à génératrice circulaire.
- Torsion non circulaire** : contraintes tangentielles et angle de torsion pour les principaux profils - analogie de la membrane.
- Barres et cylindres en rotation** : calcul des contraintes dans les barres de section quelconque - exemple de régime non stationnaire - cylindres minces et cylindres épais - disque d'égale résistance - volants d'inertie.
- Introduction à l'élasticité**
Géométrie : définition, placement et déformation d'un solide, tenseurs de déformation, déformations homogènes.
Statique : masse, forces à distance et de contact, vecteurs et tenseurs de contrainte, équilibres des forces et des moments.
Elasticité : loi objective de comportement élastique d'un matériau homogène, isotrope; loi de Hooke - St Venant - Kirchhoff.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices hebdomadaires

DOCUMENTATION : Cours polycopié, 1ère et 2ème parties (1992), Elasticité (1994).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Résistance des matériaux I.

Préparation pour : Construction des machines, Mécanique appliquée I, II, Eléments finis, Mécanique des solides déformables, Méthodes numériques en mécanique des solides

Titre : METHODE DES ELEMENTS FINIS						
Enseignant : Thomas GMUER, chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 50		Par semaine: Cours 4		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Acquérir une initiation aux méthodes numériques de la mécanique. Apprendre à exploiter ces techniques pour résoudre les problèmes rencontrés dans les projets de semestre et de diplôme.

CONTENU

- Notions de base en analyse fonctionnelle :**
Espaces normés, espaces de Banach, Hilbert et Sobolev. Théorème de Sobolev. Formulations faible et variationnelle d'un problème.
- Concepts fondamentaux :**
Formulations forte et faible des problèmes aux limites du second ordre à caractère linéaire. Approximation de Bubnov-Galerkin. Formulation variationnelle et méthode de Rayleigh-Ritz. Approximation basée sur la méthode des éléments finis.
- Résolution des problèmes unidimensionnels par la méthode des éléments finis :**
Principes généraux et équations de base. Notion de fonctions de forme et de base monodimensionnelles. Extension de la formulation aux problèmes à discontinuités géométriques et physiques.
- Résolution des problèmes aux limites bi- et tridimensionnels par la méthode des éléments finis :**
Principes généraux et équations fondamentales. Fonctions de forme et de base des éléments finis linéaires et d'ordre élevé. Transformation jacobienne. Éléments isoparamétriques.
- Méthode des éléments finis appliquée à l'élasticité linéaire :**
Rappel de la théorie de l'élasticité. Principes énergétiques. Formulation faible des problèmes bi- et tridimensionnels en élastostatique. Extension de la formulation aux coques modérément épaisses.
- Exemples d'application de la méthode des éléments finis :**
Etude de cas académiques et pratiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exemples et exercices.

DOCUMENTATION : cours photocopié : Introduction à la méthode des éléments finis, 1994

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Résistance des matériaux, Mécanique des fluides, Transfert de chaleur.

Préparation pour : Méthodes numériques en mécanique des solides, en mécanique des fluides et en thermique, Projets d'orientation IMP.

Titre : ELEMENTS DE CONSTRUCTION I						
Enseignant : Pierre BARMAVERAIN, Claude RAMSEYER, Maîtres de construction EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 1 Exercices			Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant saura s'exprimer et communiquer à l'aide du dessin technique selon les normes ISO. Il connaîtra les outils de travail utilisés pour la représentation (DAO). Il sera capable de lire un dessin technique (reconnaissance des pièces).

CONTENU

1. **Introduction**
Processus de la conception et transmission de l'information; rôle de la DAO/CAO; les divers types de documents graphiques.
2. **Règles du dessin technique**
Traits, lois des projections, nombre min. de vues, coupes, section, rabattements.
3. **Dessin assisté par ordinateur**
Utilisation d'un logiciel de dessin.
4. **Dessin de détail**
Principes de la cotation liés à la fabrication.
5. **Dessin d'ensemble**
Processus de la lecture de dessin. Représentation symbolique des éléments de machines.
6. **Structure des machines**
Chaîne cinématique, liaisons et degrés de liberté,
Transmission de l'énergie et des efforts.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: cours ex cathedra
exercices en salle de dessin et de CAO

DOCUMENTATION: Normes VSM + Fiches photocopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour:

Eléments de construction II, Conception des machines.

Titre : ELEMENTS DE CONSTRUCTION II						
Enseignant : Georges SPINLER Professeur/ Pierre BARMAVERAIN, Maître de construction EPFL/DGM						
Heures totales : 60		Par semaine: Cours 1 Exercices - Pratique 3				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Connaître les éléments de machines, leur fonctionnement et le bases de leur dimensionnement.

Maîtriser des outils informatiques de dimensionnement. Savoir analyser la transmission des efforts dans les mécanismes.

CONTENU**1. Géométrie et fonctionnement**

Cotation fonctionnelle et ajustements. Tolérances de dimensions et de géométrie. Etats de surface.

2. Elément de machines

Assemblages, guidages, organes de transmission, bâtis, analyse de leurs conditions de fonctionnement. Boucles d'efforts.

3. Dimensionnement

Méthodologie, utilisation de logiciels de calcul, critique des résultats.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra. Ex. et projets en salle de dessin et de CAO.

DOCUMENTATION: Normes VSM, fiches polycopiées, cours polycopiés, documentation professionnelle.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Eléments de construction I,

Préparation pour: Conception des machines.

Titre : CONCEPTION DES MACHINES I						
Enseignant : Georges SPINLER, Professeur, EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 3 Exercices -			Pratique -	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ME-ETS		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Comprendre le fonctionnement des machines
Savoir concevoir une machine et choisir ses organes

CONTENU

- Tribologie**
Mécanismes du frottement et de l'usure. Pression de contact. Rodage. Lubrification. Paliers lisses.
- Transmission des efforts**
Transmission des forces par obstacle et par frottement. Transmission des couples. Roues.
- Déformations**
Rigidité. Rigidité de divers éléments. Constructions rigides ou souples.
- Précontrainte**
Principe, statique intérieure. Principes de création de la précontrainte, facteurs d'influences. Charges intérieures. Propriétés et applications.
- Répartition des efforts et des déformations**
Isostatisme, hyperstatisme. Transmission d'efforts en parallèle. Equilibrage isostatique. Influence des rigidités sur la transmission des efforts.
- Mécanismes**
Couples cinématiques. Transmission de l'énergie.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra

DOCUMENTATION:

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Eléments de construction I et II. Mécanique générale

Préparation pour:

Titre : CONCEPTION DES MACHINES II						
Enseignant : Georges SPINLER, Professeur, EPFL/DGM						
Heures totales : 60		Par semaine: Cours 4 Exercices -			Pratique -	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Comprendre le fonctionnement des machines
Savoir concevoir une machine et choisir ses organes

CONTENU

1. **Mécanismes**
Propriétés générales. Transmission positive, non positive. Autoblocage. Chaînes cinématiques.
2. **Energie**
Flux d'énergie. Régimes de fonctionnement, irréversibilité. Stockage. Circulation de puissance.
3. **Modélisation dynamique**
Oscillateur élémentaire. Amortissement. Réduction des systèmes. Discrétisation.
4. **Mouvements de groupes**
Equation de mouvement, intégration. Régime permanent, démarrage, freinage. Irrégularité de marche.
5. **Précision des mouvements**
Erreur cinématique, erreur dynamique. Affolement. Mouvement saccadé. Amélioration de la précision.
6. **Efforts d'inertie**
Réseau des efforts d'inertie. Sollicitation des pièces, vitesse limite. Puissance maximum. Efforts d'inertie libres, équilibrage.
7. **Sollicitation des chaînes cinématiques**
Efforts statiques, efforts dynamiques. Perturbations harmoniques, périodiques, transitoires. Effets des jeux. Vibrations paramétriques. Atténuation des efforts dynamiques.
8. **Vibrations**
Vitesses critiques des rotors, effet gyroscopique, amortissement interne et externe. Mouvements du bâti. Protection contre les vibrations, fondations.
9. **Echauffement**
Bilan thermique. Limitation de puissance. Dimensionnement thermique.
10. **Entraînement**
Choix des moteurs, puissance et vitesse. Positionnement. Rapport de transmission.
11. **Résistance mécanique**
Fatigue. Choix des matériaux.
12. **Architecture**
Disposition générale. Distribution des fonctions.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra

DOCUMENTATION: Polycopiés couvrant une partie du cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Résistance des matériaux, Mécanique appliquée I

Préparation pour:

Titre : PROJET DE CONCEPTION DES MACHINES						
Enseignant : Georges SPINLER, Professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 45		Par semaine: Cours			Exercices - Pratique 3	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Acquisition de la méthode de travail de l'ingénieur.
Savoir concevoir des mécanismes et des machines.

CONTENU**Méthodologie**

Exercices d'application du cours, analyse.
Projets de conception, synthèse.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En salle de dessin et en salle de CAO, projets individuels ou en groupes.

DOCUMENTATION: Cours polycopiés et documentation professionnelle.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Eléments de construction, conception des machines.

Préparation pour:

Titre : PROJET DE CONCEPTION DES MACHINES						
Enseignant : Georges SPINLER, Professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 60		Par semaine: Cours - Exercices -			Pratique 6	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Acquisition de la méthode de travail de l'ingénieur.
Savoir concevoir des mécanismes et des machines.

CONTENU**Méthodologie**

Exercices d'application du cours, analyse.
Projets de conception, synthèse.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En salle de dessin et en salle de CAO, projets individuels ou en groupes

DOCUMENTATION: Cours polycopiés et documentation professionnelle.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Eléments de construction, conception des machines.

Préparation pour:

Titre : RÉGLAGE AUTOMATIQUE I						
Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DGM						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1			Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité GE + IN	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique (IT).....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mathématiques.....	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant maîtrisera les méthodes classiques d'analyse et de synthèse des régulateurs automatiques. Il sera capable de modéliser les systèmes discrets en vue de leur commande par ordinateur.

CONTENU

Introduction au réglage automatique : Qu'est-ce que l'automatique ? Approche systémique. Définitions. Propriétés d'un montage à rétroaction. Régulateur tout-ou-rien. Régulateur proportionnel intégral dérivateur.

Réglages par calculateur de processus : Rôles de l'ordinateur en automatique. Principes du réglage numérique. Nécessité d'une théorie des systèmes échantillonnés.

Échantillonnage et reconstruction : Échantillonnage. Théorème de l'échantillonnage. Filtre de garde. Reconstruction. Sélection de la période d'échantillonnage.

Systèmes discrets : Systèmes discrets au repos, linéaires, causaux et stationnaires. Systèmes représentés par des équations aux différences. Opérateurs avance et retard.

Transformée en z : Définitions. Propriétés de la transformée en z. Calcul de la transformée en z inverse. Fonction de transfert.

Fonction de transfert discrète du système bouclé : Échantillonnage du système à régler. Modèle de l'algorithme de réglage. Fonctions de transfert discrètes du système bouclé.

Réponse harmonique : Fonction de transfert harmonique discrète. Réponse harmonique en boucle ouverte.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Démonstrations en salle. Exercices en salle et au LEAO.

DOCUMENTATION : Analyse et synthèse des systèmes automatiques (chapitre 1). Réglage numérique (1ère partie). Réglage numérique (2ème partie).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Variables complexes, signaux et systèmes.

Préparation pour : Réglage automatique II, III, IV.
Modélisation et simulation I et II.

Titre : RÉGLAGE AUTOMATIQUE II						
Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DGM						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité GE	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique (IT).....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mathématiques.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant maîtrisera les méthodes d'analyse et de synthèse des régulateurs numériques.

CONTENU

Stabilité : Stabilité BIBO. Critères algébriques. Critère de Nyquist discret. Marges de gain et de phase. Erreurs permanentes.

Numérisation : Numérisation d'un régulateur analogique. Régulateur proportionnel intégral dérivateur numérique.

Synthèse discrète : Réponse à des signaux standard. Erreurs permanentes. Marges de gain et de phase. Amortissement du régime transitoire. Sensibilité. Fonction de transfert harmonique en boucle fermée. Synthèse du régulateur dans le lieu des pôles. Synthèse du régulateur dans les diagrammes de Bode. Prédicteur de Smith.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Démonstrations en salle. Exercices en salle et au LEAO.

DOCUMENTATION : Réglage numérique (2ème partie).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Réglage automatique I.

Préparation pour : Réglage automatique III, IV.
Modélisation et simulation I et II.

Titre : SYSTEMES DYNAMIQUES						
Enseignant : Denis GILLET, chargé de cours EPFL / DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable d'élaborer le modèle mathématique d'un système dynamique et d'évaluer son degré de conformité avec la réalité expérimentale. Il connaîtra les propriétés principales des systèmes dynamiques et saura utiliser la transformée de Laplace comme outil d'analyse de ces systèmes.

CONTENU

- I. Introduction**
 - systèmes, systèmes dynamiques
 - modélisation
- II. Modélisation de systèmes**
 - mécaniques, électriques
- III. Systèmes linéaires**
 - linéarisation
 - propriétés, convolution
- IV. Transformée de Laplace**
 - définition, propriétés
 - fonction de transfert
- V. Analyse de systèmes dynamiques**
 - réponse temporelle
 - réponse harmonique
 - diagrammes de Bode et de Nyquist
- VI. Modélisation expérimentale**
 - réponse indicelle
 - réponse harmonique

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra avec exercices, exemples et démonstrations sur des systèmes réels.

DOCUMENTATION : Notes photocopées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour: Réglage automatique I et II.

Titre : PROGRAMMATION I						
Enseignant : Claude PETITPIERRE, professeur EPFL/DI						
Heures totales : 60		Par semaine: Cours 2 Exercices			Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Séction(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Physique	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Mettre l'étudiant à même de :

- Utiliser un système informatique pour la mise au point de programmes
- Coder une solution informatique en Pascal
- Comprendre et utiliser des algorithmes et modules existants

CONTENU

Le cours est basé sur Pascal qui est un des langages les mieux adaptés à l'enseignement de la programmation. Bien qu'il soit simple, ce langage possède les caractéristiques qu'on retrouve dans tous les langages généraux modernes : structuration des instructions et des données et variables dynamiques.

Ce cours vise à faire comprendre ce qu'est le concept de "programmation" et comment on passe d'une idée à un programme qui la réalise. Il est destiné à ceux qui ne sauraient pas encore programmer.

Le cours est fait d'une série d'exercices qui introduisent les instructions les unes après les autres. Chaque étudiant fait les exercices à son rythme, un assistant étant présent pendant les heures indiquées à l'horaire pour répondre aux questions. Les tests prévus pour la détermination des notes peuvent être passés n'importe quand, mais par groupes. Dès qu'un certain nombre d'étudiants se sentent prêts, ils peuvent fixer une date de passage du test, en accord avec le professeur.

Le premier semestre présentera toutes les instructions de Pascal.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exercices en classe

DOCUMENTATION: Cours photocopiés contenant la présentation de Pascal et les exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour: Programmation II

Titre : PROGRAMMATION II						
Enseignant : Benoit GENNART, chargé de cours EPFL/DI						
Heures totales : 40		Par semaine: Cours 2 Exercices			Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant saura :

- Utiliser un système informatique pour la mise au point de programmes
- Coder une solution informatique en FORTRAN
- Comprendre et utiliser des algorithmes et modules existants

CONTENU

- Présentation de FORTRAN
 - codage des mêmes exercices en FORTRAN
- Divers problèmes techniques ou d'analyse numérique :
 - détermination des zéros d'une fonction
 - intégration numérique de fonctions
 - simulation continue de phénomènes physiques
- Compilation séparée, bibliothèques de programmes

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exercices en classe**DOCUMENTATION:** Cours polycopié. Exemples sur ordinateur**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS****Préalable requis:** Programmation I**Préparation pour:** Programmation III et IV, projets de mécanique

Titre : INFORMATIQUE AVANCEE						
Enseignant : Daniel THALMANN, professeur EPFL/DI						
Heures totales : 45		Par semaine: Cours 1 Exercices			Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Microtechnique.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Ce cours permettra à l'étudiant de se familiariser avec l'utilisation de divers logiciels et matériels informatiques. Il permettra aussi de voir comment on réalise certaines applications notamment dans le domaine de la conception assistée par ordinateur et de la visualisation graphique et de l'animation de corps articulés.

CONTENU

Le langage C

Le système UNIX

Notions de programmation-objet

La programmation graphique

Langages d'animation et de description de mouvements

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, projets

DOCUMENTATION: Notes de cours et transparents

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Programmation I et II

Préparation pour:

Titre : INFORMATIQUE EN TEMPS REEL							
Enseignant : Daniel MANGE / Roger HERSCH, professeurs EPFL/DI							
Heures totales : 75		Par semaine: Cours		2	Exercices		Pratique 3
Destinataires et contrôle des études					Branches		
Séction(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie mécanique.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

OBJECTIFS

Acquisition par les étudiants d'une maîtrise dans la conception et l'utilisation de systèmes digitaux pour les applications du temps réel dans trois techniques principales : systèmes logiques câblés (assemblage de circuits intégrés), systèmes microprogrammés (rédaction de microprogrammes) et microprocesseurs (rédaction de programmes)

CONTENU**1. Systèmes logiques câblés**

Analyse et synthèse des systèmes logiques combinatoires : variables et fonctions logiques (ET, OU, NON, NAND, OU-exclusif, fonction universelle), réalisation par des circuits intégrés (multiplexeur, démultiplexeur), algèbre logique (algèbre de Boole). Notions de système séquentiel : élément de mémoire, bascules bistables, registre universel, pile, diviseurs de fréquence et horloge électronique.

2. Systèmes microprogrammés

Etude des mémoires vives. Représentation des fonctions logiques par des arbres et par des diagrammes de décision binaire. Réalisation de ces diagrammes par une machine de décision binaire. Sous-programme, procédure et machine de décision binaire avec pile. Programmes incrémentés et séquenceur.

3. Microprocesseurs

Architecture et fonctionnement des microprocesseurs. Répertoire d'instructions : codage des instructions, catégories d'instructions, modes d'adressage. Notions élémentaires de programmation en langage assembleur. Interface microprocesseur : signaux, décodage et sélection de périphériques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours-laboratoire intégré

DOCUMENTATION: D. Mange : *Analyse et synthèse des systèmes logiques*
 D. Mange : *Systèmes microprogrammés : une introduction au magique!*
 D. Mange, A. Stauffer : *Travaux pratiques de systèmes logiques et microprogrammés*
 R.D. Hersch : *Microprocesseurs, notes de cours*

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE						
Enseignant : Roger D. HERSCH, professeur EPFL/DI						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 1			Exercices	Pratique 2
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant devra avoir assimilé les principes de base du fonctionnement, de la structure et de la programmation des microordinateurs. Il devra être capable d'interfacer des actionneurs ou capteurs extérieurs à un microordinateur et d'effectuer par programmation un traitement de données simple.

CONTENU

1. Représentation informatique de nombres entiers et réels, calculs arithmétiques en binaire.
2. Introduction au langage Modula-2.
3. Espace d'adressage, décodage et commande de périphériques (capteurs, moteurs).
4. Décompte d'événements et gestion temporelle par compteurs programmables.
5. Gestion de moteur en Modula-2.
6. Introduction au temps réel (programmation multi-tâche, mécanismes de synchronisation).
7. Grafcet et automates programmables.
8. Interfaces industrielles : RS-232, entrées-sorties analogiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séances théoriques et laboratoires

DOCUMENTATION : R.D. Hersch : *Informatique Industrielle - notes de cours*

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Informatique en temps réel

Préparation pour : Commandes des machines, Conception de systèmes

Titre : DROIT I						
Enseignant : Jacques HALDY, chargé de cours EPFL/DMT						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux.....	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Physique.....	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Après un panorama introductif sur les principales notions du droit privé, l'enseignant entend présenter les principales institutions juridiques pouvant intéresser un ingénieur, tant dans sa formation intellectuelle qu'en vue de son activité professionnelle ultérieure : la responsabilité civile, les assurances, les contrats, la propriété industrielle (les brevets), notamment.

L'étudiant pourra se familiariser avec les éléments essentiels de la science juridique et maîtriser quelques notions pratiques qu'il rencontrera nécessairement dans sa vie professionnelle.

CONTENU**1. Introduction générale au droit :**

Fonction et notion du droit, les sources du droit, les divisions du droit.

2. Notions de droit civil et de droit des obligations :

Droit civil : le droit des personnes, le droit de la famille, le droit successoral, les droits réels

Droit des obligations : généralités, la responsabilité civile,
étude de quelques contrats : vente, bail, travail, entreprise, mandat

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: ex cathedra

DOCUMENTATION: Ouvrages juridiques indiqués durant le cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour: Droit II

Titre : DROIT II						
Enseignant : Jacques HALDY, chargé de cours EPFL/DMT						
Heures totales : 20		Par semaine: Cours 2		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Physique	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Après un panorama introductif sur les principales notions du droit privé, l'enseignant entend présenter les principales institutions juridiques pouvant intéresser un ingénieur, tant dans sa formation intellectuelle qu'en vue de son activité professionnelle ultérieure : la responsabilité civile, les assurances, les contrats, la propriété industrielle (les brevets), notamment.

L'étudiant pourra se familiariser avec les éléments essentiels de la science juridique et maîtriser quelques notions pratiques qu'il rencontrera nécessairement dans sa vie professionnelle.

CONTENU

1. Le droit des poursuites
2. La propriété industrielle :
Les marques et raisons de commerce, les brevets d'invention, les dessins et modèles industriels
3. Le droit de la concurrence déloyale
4. Notions du droit des assurances
5. Notions de droit administratif

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: ex cathedra

DOCUMENTATION: Ouvrages juridiques indiqués durant le cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Droit I

Préparation pour:

Titre : GESTION D'ENTREPRISE I							
Enseignant : Bernard RAFFOURNIER, professeur UNI/Genève							
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
					Théoriques		Pratiques
Génie mécanique	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Physique.....	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Matériaux.....	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Microtechnique	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
* à choix avec Droit.....							

OBJECTIFS

Connaître les contraintes environnementales qui s'exercent sur l'entreprise.
 Connaître l'organisation interne et la nature des principales fonctions de l'entreprise.
 Connaître les contraintes financières auxquelles l'entreprise est soumise.

CONTENU

1. L'entreprise et son environnement
 - L'environnement économique et social
 - Le contexte juridico-institutionnel
2. Les fonctions de l'entreprise
 - L'organisation interne
 - La stratégie d'entreprise
 - Les politiques commerciales
3. L'analyse financière de l'entreprise
 - L'analyse de la rentabilité de l'entreprise
 - L'analyse du financement

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec de nombreux exercices d'application

DOCUMENTATION : Polycopié "Gestion d'entreprise"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Gestion d'entreprise II

Titre : GESTION D'ENTREPRISE II						
Enseignant : Bernard RAFFOURNIER, professeur UNI/Genève						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Génie mécanique	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Physique.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Matériaux.....	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Microtechnique	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* à choix avec Droit.....						

OBJECTIFS

Acquérir les connaissances nécessaires pour :

- mesurer les coûts et prix de revient,
- prendre des décisions économiquement rationnelles en matière d'investissements.

CONTENU

1. Le calcul des coûts et prix de revient
 - Les méthodes de calcul
 - Les coûts standard et l'analyse des écarts
2. Le choix des investissements
 - Les mesures de rentabilité d'un projet
 - La prise en compte du risque

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec de nombreux exercices d'application

DOCUMENTATION : Polycopié "Gestion d'entreprise"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Gestion d'entreprise I

Préparation pour :

Titre : PSYCHOLOGIE DU MANAGEMENT						
Enseignant : Marcel-Lucien GOLDSCHMID, professeur EPFL/CPD						
Heures totales : 50		Par semaine: Cours 1 Exercices			Pratique 1	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestres	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....	5+6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Microtechnique.....	5+6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Matériaux.....	3+4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

OBJECTIFS

- Favoriser l'entrée et l'épanouissement dans la vie professionnelle des futurs diplômés EPFL et permettre aux étudiants de s'insérer dans la problématique HTE (soutien et suivi dans leur travail de mémoire HTE).
- Ceci en familiarisant les futurs ingénieurs au monde des réalités professionnelles afin d'augmenter leur potentiel personnel par une approche des facteurs proprement humains et une interaction directe avec des personnes de terrain.

CONTENU

Cours interactifs sur le développement personnel (communication, dynamique de groupe, gestion du temps et du stress, exposé et expression orale) pendant le premier semestre et sur le management et leadership (créativité, leadership et motivation, styles de management, négociation) pendant le deuxième semestre (cf. programme de chaque semestre).

Conférences données par des directeurs d'entreprise (PME, multinationale etc.), directeurs des ressources humaines (critères de sélection, culture d'entreprise etc.), consultants en ressources humaines ou professeurs et visites d'entreprises suivies d'un entretien.

Ces rencontres avec des professionnels, représentatifs du monde économique, permettent aux étudiants d'exprimer leurs interrogations, d'orienter le choix de leur carrière et de la préparer grâce à la présentation des attentes de l'employeur.

Permanence de consultation pour mémoire HTE

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours, exercices, discussions, conférences, visites, consultations

DOCUMENTATION: Polycopié et notes de cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: HTE et préparation pour la vie professionnelle

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : TECHNIQUES DE MESURE I						
Enseignant : T.-V. TRUONG, Chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Orientation	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Développer la compréhension des principes de mesure et des problèmes liés à l'analyse et à l'application des équipements de mesure.

CONTENU**I. Configurations générales et description fonctionnelle:**

Les éléments fonctionnels. Capteurs actifs et passifs. Modes d'opération. Méthodes d'annulation ou de déviation. Configurations entrée-sortie des systèmes de mesure. Méthodes de correction. Exemples

II. Caractéristiques statiques:

Signification de l'étalonnage statique. Exactitude, précision, erreur systématique, tests de normalité. Combinaison des erreurs des composantes. Sensibilité statique. Linéarité. Seuil, résolution, hystérèse.

III. Caractéristiques dynamiques:

Modèle mathématique générale. Fonction de transfert opérationnelle, sinusoïdale. Instrument d'ordre un: Caractéristique générale; Réponse à un saut, à une rampe, à une impulsion; Réponse fréquentielle. Instrument d'ordre deux: Caractéristique générale; Amortissement et fréquence propre; Réponses aux entrées standards; Réponse fréquentielle. Eléments retards. Représentation logarithmique des réponses fréquentielles. Réponse générale d'un instrument de mesure aux entrées périodique, transitoire. Les signaux modulés en amplitude. Caractéristiques des signaux aléatoires: descriptions en amplitude et en temps. Détermination expérimentale des paramètres d'un système de mesure

IV. Manipulation, Conditionnement, Indicateurs, Enregistreurs:

Circuits en pont. Amplificateurs: amplificateurs opérationnels; amplificateurs de charge; convertisseurs d'impédance. Intégration et différentiation. Convertisseurs analogique/digital et digital/analogique. Etalons de tension. Voltmètres analogiques, digitaux, potentiomètres et multimètres. Enregistreurs XT XY. Oscilloscopes. Enregistreurs magnétiques. Acquisition des données par ordinateur.

V. Mesure des paramètres de l'écoulement:

Etalons de pression. Manomètres et leur dynamique. Capteurs à déformation élastique. Tubes de Pitot, de Prandtl. Pressions totale, dynamique, statique en écoulements sub- et supersonique. Mesure de débit par organes déprimogènes, par rotamètres, par débitmètres électromagnétiques, par ultrasons. Mesure de température de l'écoulement: thermomètres bimétal, liquide, thermocouples conventionnels.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra

DOCUMENTATION: Notes polycopiées. Littérature courante.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Mécanique des Fluides, Thermodynamique, Transfert de chaleur et de masse

Préalable requis: Mécanique des Fluides

Préparation pour:

Titre : TECHNIQUES DE MESURE II						
Enseignant : T.-V. TRUONG, Chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 10		Par semaine: Cours 1 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Orientation	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Développer la compréhension des principes de mesure et des problèmes liés à l'analyse et à l'application des équipements de mesure.

CONTENU**I. Visualisation des écoulements:**

Traceurs dans les écoulements liquides et gazeux. Techniques photographique, Schlieren, interférométrie, holographique.

II. Sondes de pression:

Effets dynamiques des volumes et des tubes de connexion. Etalonnage dynamique des capteurs de pression. Mesure des faibles pressions. Mesures acoustiques: microphone, réponse d'un microphone capacitif. Détection de la direction de l'écoulement. Sondes à 3, 4, 5 trous. Détermination du frottement pariétal: tube de Stanton, de Preston, technique de la lame de rasoir, technique du triangle équilatéral, anémométrie à fil chaud pulsé, balance de frottement pariétal.

III. Anémométrie à fil (film) chaud:

Echange de chaleur. Mode de fonctionnement. Etalonnages statique et dynamique. Détermination de l'écoulement avec 1 fil, 2 fils, 3 fils et 4 fils. Mesure de la turbulence. Traitement des données.

IV. Anémométrie Laser-Doppler:

Caractéristiques générales de l'anémométrie Laser-Doppler. Principes fondamentaux de l'optique. Théorie des ondes en anémométrie Laser-Doppler. Diffusion. Génération et détermination des particules. Systèmes optiques et systèmes de détection hétérodyne. Caractéristiques statistiques du courant Doppler. Traitement des signaux: suiveurs de fréquence, compteurs, corrélateurs, BSF. Traitement des données.

V. Mesure de la température:

Etalons. Méthode dilatation thermique: thermomètres bimétal, liquide. Senseurs thermoélectriques: thermocouples, référence, configurations, matériaux et techniques spéciales. Senseurs électriques résistifs: thermistors, senseurs conductifs. Méthodes par radiation. Problèmes liés à l'écoulement fluide.

VI. Capteurs de déplacement, de force, de couple:

Déplacement relatif: potentiomètres, jauges de contraintes. Balances aérodynamiques. Capteurs capacitifs, optiques, piézoélectriques, encodeurs. Capteurs à déformation élastique. Dynamomètres.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra

DOCUMENTATION: Notes polycopiées. Littérature courante.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Mécanique des Fluides, Thermodynamique, Transfert de chaleur et de masse

Préalable requis: Mécanique des Fluides

Préparation pour:

Titre : AERODYNAMIQUE ET HYDRODYNAMIQUE I						
Enseignant : Michel DEVILLE, professeur, Alain DROTZ, chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 60		Par semaine: Cours 4 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Orientation	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IMP.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Initier l'étudiant aux méthodes numériques utilisées pour la simulation des écoulements fluides

CONTENU**I Les équations fondamentales de la mécanique des fluides :**

Les différents niveaux d'approximations : Navier-Stokes, Reynolds, Couches limites tridimensionnelles, Navier-Stokes parabolisées, Couche limite, Euler, Potentiel.

II Généralités sur les équations aux dérivées partielles :

Classification. Problème de Cauchy. Equations hyperboliques, paraboliques et elliptiques. Caractéristiques, équations de compatibilité, invariants de Riemann. Systèmes d'équations aux dérivées partielles. Caractères des équations de la Mécanique des Fluides. Problèmes aux limites et bien posés.

III Présentation générale des procédures de discrétisation :

Méthodes aux différences finies : discrétisations de dérivées, séries de Taylor, polynômes, discrétisation aux frontières, applications simples, notions d'opérateurs, cas de maillages non uniforme. Introduction aux méthodes aux volumes finis, aux éléments finis et aux méthodes spectrales.

IV Méthodes aux différences finies :

Méthodes numériques bien posées, approche semi-discrète, méthodes explicites, implicites, erreurs de troncature, équations modifiées, consistance, stabilité, convergence, schémas types, méthodes de résolution de systèmes linéaires, méthodes ADI, prédicteur-correcteur, désintégration, de Runge-Kutta.

V Résolution des équations d'Euler :

Méthodes des caractéristiques, SCM, Lax-Wendroff, McCormack, Beam et Warming, Jameson

VI Résolution des équations de Navier-Stokes incompressibles :

Analyse par l'équation de Burgers, méthodes des projections, Marker and Cell, semi-implicite ou implicite, Simple, compressibilité artificielle, fonction de courant-vorticité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra

DOCUMENTATION: Notes photocopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Machines hydrauliques-Mécaniques des Fluides-Turbomachines thermiques

Préalable requis: Mécanique des Fluides, analyse numérique, informatique

Préparation pour:

Titre : AERODYNAMIQUE ET HYDRODYNAMIQUE II						
Enseignant : Michel DEVILLE, Peter MONKEWITZ, Inge RYHMING, professeurs EPFL/DGM						
Heures totales : 40		Par semaine: Cours 4 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Orientation	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Développer la compréhension des phénomènes complexes des écoulements et être capable d'appliquer les lois fondamentales de la mécanique des fluides. Le cours et les projets seront axés sur les applications choisies parmi les domaines suivants :

CONTENU**I. Stabilité des écoulements :**

Transition laminaire-turbulent des écoulements: dans une conduite, dans une couche limite. Principes de la théorie de stabilité des écoulements laminaires: méthodes des petites perturbations, formulation mathématique, problème des valeurs propres, équation de Orr-Sommerfeld. Applications aux couches limites sur une plaque plane: ondes de Tollmien, résultats expérimentaux. Effets du gradient de pression. Effet de l'aspiration sur la couche limite. Effets dus au transfert de chaleur et à la compressibilité. Perturbations unidimensionnelles. Influence de la rugosité sur la transition.

II. Modélisation de la turbulence :

Turbulence: écoulements moyen et fluctuant, contraintes turbulentes, couches limites turbulentes. Modèle de la longueur de mélange. Profil logarithmique de vitesse. Modèle à une équation. Modèle à deux équations : k- ϵ linéaire et non-linéaire. Simulation des grandes échelles. Discussion de cas tests.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra

DOCUMENTATION: Notes polycopiées. Littérature courante.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Mécanique des Fluides, Thermodynamique, Transfert de chaleur et de masse

Préalable requis: Mécanique des Fluides

Préparation pour:

Titre : TURBOMACHINES HYDRAULIQUES I						
Enseignants: François AVELLAN, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 4		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Génie mécanique :		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
orientation IFE	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
orientation IMP	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ce cours est coordonné avec Turbomachines hydrauliques II du 8e semestre

OBJECTIFS :

Connaître le principe de fonctionnement, les organes principaux, les caractéristiques fonctionnelles et les contraintes d'implantation des divers types de turbines et de pompes, de manière à savoir choisir, en phase d'avant-projet, le type de machine adapté à une installation donnée.

Connaître les critères de similitude. Savoir fixer les grandeurs hydrauliques en vue d'un essai sur modèle réduit. Etre en mesure de calculer les performances d'un prototype à partir des essais sur modèle.

CONTENU :

Définitions : description des types et des domaines d'utilisation des machines hydrauliques.

Transfert de puissance entre une turbomachine hydraulique et une installation : puissance hydraulique fournie à une turbine ou délivrée par une pompe. **Introduction aux turbomachines hydrauliques :** organes essentiels: alimentation, réglage du débit-volume, récupération. **Principes de fonctionnement des turbomachines hydrauliques :** équations fondamentales; transfert d'énergie; pertes, rendements. **Adaptation d'une turbomachine hydraulique à son installation :** chiffres caractéristiques; surfaces et courbes caractéristiques; domaines de fonctionnement.

Turbomachines hydrauliques à réaction : principes du dimensionnement et du tracé des roues et des organes essentiels des machines radiales-axiales et axiales. **Généralités sur la similitude :** théorème de Vaschy-Buckingham, application à l'essai des carènes; critères de similitude pour la mesure des performances des machines hydrauliques; détermination des échelles. **Etude des effets d'échelle :** établissement des formules de valorisation du rendement pour les machines hydrauliques à réaction; étude du cas spécial des turbines à action (Pelton).

Turbomachines hydrauliques à action: étude théorique et introduction au calcul des organes essentiels des turbines Pelton.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples numériques et exercices.

DOCUMENTATION : P. HENRY: *Turbomachines hydrauliques - Choix illustré de réalisations marquantes*, PPUR, Lausanne, 1992. Notes de cours polycopiées et littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalables requis : Mécanique des fluides I, II; Hydraulique

Préparation pour : Turbomachines hydrauliques II; Equipements hydrauliques; Régimes transitoires dans les installations hydrauliques; projets de l'orientation IFE.

Titre : TURBOMACHINES HYDRAULIQUES II						
Enseignant : François AVELLAN, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 4			Exercices -	Pratique -
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
orientation IFE	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ce cours est coordonné avec **Turbomachines hydrauliques I** du 7^e semestre.

OBJECTIFS :

Etre capable de concevoir la turbomachine hydraulique à réaction qui constitue l'équipement optimal d'une installation donnée, c'est-à-dire savoir: déterminer le type de machine, calculer les dimensions principales, réaliser le tracé hydraulique complet, en tenant compte des contraintes aussi bien d'installation qu'économiques.

CONTENU :

Roue de turbine Francis: Calcul du canal; évolution de la forme du canal avec la vitesse spécifique. Calcul des angles d'entrée et de sortie des aubes; conception de l'aube, méthode de la représentation conforme. Influence de la géométrie sur les caractéristiques.

Roue de turbines Kaplan et bulbe: Notions préliminaires; configuration et équations générales de l'écoulement dans la machine. Calcul de l'aubage; tracé d'aubage. Détermination de la colline de rendement conjuguée. La cavitation et les moyens de l'améliorer. Comparaison entre divers types de turbines; étude des fonctionnements particuliers. Dimensionnement statistique des diverses parties de la machine.

Bâche spirale: Description des bâches spirales et semi-spirales. Dimensionnement; calcul des sections; calcul des angles et de la forme des avant-directrices. Ecoulement réels; mesures des répartitions de vitesses réelles; corrections de sections et d'angles. Méthode de dimensionnement statistique d'avant-projet.

Distributeur: Rôle du distributeur; types de distributeurs. Organes de commande et de sécurité des distributeurs. Calcul du profil hydraulique du distributeur; forme des aubes du distributeur; coefficient d'équilibrage; couple sur les aubes directrices. Bases du calcul mécanique.

Diffuseur: Rôle du diffuseur; description des divers types de diffuseurs. Rendement du diffuseur. Dimensionnement; détermination des angles et de la loi de section. Méthode de dimensionnement statistique d'avant-projet.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples numériques et exercices.

DOCUMENTATION : P. HENRY: *Turbomachines hydrauliques - Choix illustré de réalisations marquantes*, PPUR, Lausanne, 1992. Cours polycopiés: *Calcul et tracé de l'aubage Francis; Turbines Kaplan; Bâches spirales et semi-spirales; Diffuseur*. Littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalables requis : Mécanique des fluides I, II; Hydraulique; Turbomachines hydrauliques I.

Préparation pour : Projets de l'Orienteation IFE

Titre : TURBOMACHINES THERMIQUES I						
Enseignant : Albin BÖLCS, Professeur EPFL / DGM						
Heures totales : 60		Par semaine: Cours 4 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie mécanique IMP.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Savoir dimensionner les éléments importants des turbomachines en tenant compte de tous les aspects majeurs (écoulement, résistance, nuisances, économie) et en appliquant les bases modernes du travail de l'ingénieur. Dans les différents chapitres les bases théoriques sont expliquées et ensuite des solutions pratiques discutées et des exemples typiques calculés.

CONTENU**1. Introduction**

Développement, types et utilisation des turbomachines, tendances de développement, aspects économiques

2. Principe de fonctionnement

Equation d'énergie dans le système absolu et relatif, travail dans la turbomachine parfaite et réelle, rendement, principe de fonctionnement des turbines à gaz, turboréacteur

3. Théorie élémentaire des turbines axiales et radiales

Calcul élémentaire des turbines, types d'étages, degré de réaction, rendement, turbines multi-étages

4. Théorie élémentaire des compresseurs axiaux et radiaux

Calcul élémentaire des compresseurs, types d'étages, degré de réaction, rendement, compresseurs axiaux multi-étages, compresseur radial

5. Chiffres caractéristiques adimensionnels des turbomachines

Définitions, valeurs typiques

6. Ecoulement dans des grilles d'aubes

Efforts sur l'aube, déviation de l'écoulement et pertes dans les aubages

7. Caractéristiques de fonctionnement des turbomachines

Caractéristiques d'une turbine et d'un compresseur, fonctionnement d'un compresseur avec récepteur, réglage

8. Similitude des régimes de fonctionnement des turbomachines

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exercices.

DOCUMENTATION: Cours photocopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Mécanique des fluides, Transfert de chaleur, Résistance des matériaux, Science des matériaux, Dynamique appliquée, Construction

Préparation pour:

Titre : TURBOMACHINES THERMIQUES II						
Enseignant : Albin BÖLCS, Professeur EPFL / DGM						
Heures totales : 40		Par semaine: Cours 4 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Savoir dimensionner les éléments importants des turbomachines en tenant compte de tous les aspects majeurs (écoulement, résistance, nuisances, économie) et en appliquant les bases modernes du travail de l'ingénieur. Dans les différents chapitres les bases théoriques sont expliquées et ensuite des solutions pratiques discutées et des exemples typiques calculés.

CONTENU

9. **Méthodes de calcul de l'écoulement dans des grilles d'aubes**
10. **Écoulement tridimensionnel dans l'aubage des turbomachines**
Équilibre radial, conception des aubages pour l'écoulement tridimensionnel
11. **Écoulement transsonique dans les turbomachines**
12. **Dimensionnement mécanique**
Contraintes mécaniques et thermiques, contraintes dynamiques
13. **Vibrations dans les turbomachines**
Modes de vibration des aubes, excitation des vibrations, aéroélasticité
14. **Problèmes thermiques des turbomachines**
Production de l'énergie thermique, refroidissement des éléments chauds de la turbine

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exercices.

DOCUMENTATION: Cours photocopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : ENERGETIQUE I						
Enseignant : Daniel FAVRAT, Jean-Claude GIANOLA, professeurs EPFL / DGM						
Heures totales : 60		Par semaine: Cours 4 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie mécanique IMP.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS**Energétique**

Savoir concevoir et analyser énergétiquement des sites industriels incluant des réseaux de composants thermiques. Connaître les notions élémentaires d'énergétique générale.

Thermique du bâtiment

Savoir faire des projets d'application et participer au développement de solutions nouvelles dans le domaine du chauffage et de la climatisation.

CONTENU**Energétique**

Ressources et besoins énergétiques : Consommations mondiale et suisse, catégories d'utilisateurs, ressources en énergie primaire, problèmes environnementaux.

Bilans énergétiques et exergétiques : Rappel et exemples d'application.

Intégration de procédés thermiques : Théorie du pincement global – Courbes composites – Objectifs énergétiques – Eléments d'analyse économique – Conception et optimisation de réseaux de composants thermiques incluant échangeurs de chaleur, pompes à chaleur et unités de cogénération – Exemples d'application et site industriel – Eléments de conception (de systèmes thermiques) assistée par ordinateur (Pinchy, Aspen).

Gestion rationnelle de l'énergie en site industriel (expertise énergétique, mesures d'économie d'énergie, etc.)

Energies renouvelables : Filières technologiques et perspectives.

Thermique du bâtiment

Introduction : énergie utilisée dans le bâtiment – Principes généraux d'économie – Pollution – Charges et besoins.

Conditions de confort : Qualité de l'air – Nuisances – Métabolisme du corps humain – Equation du confort.

Calcul des charges : Charges climatiques et internes – Ventilation – Degrés-jours, énergie solaire surfacique – Production d'eau chaude sanitaire – Stockages.

Méthodes de dimensionnement : Conditions non stationnaires – Evaluation des risques: répartition de plusieurs variables, valeurs extrêmes – Chaînes de Markov.

Mouvements de l'air : Déplacement, brassage, étude du jet – Similitude: essais sur modèle.

Systèmes de chauffage et de climatisation : Fluide chauffant – Corps de chauffe – Chaufferie – Distribution – Exemples d'équipements d'immeubles.

Régulation : Introduction – Dynamique du bâtiment – Milieu réglé – Utilisation de l'informatique – Centralisation, individualisation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples et exercices

DOCUMENTATION : Feuilles photocopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Thermodynamique et énergétique, Transfert de chaleur et de masse, Mécanique des fluides, Réglage automatique.

Préparation pour : Examen final

Titre : ENERGETIQUE II						
Enseignant : André TASTAVI, chargé de cours EPFL / DGM						
Heures totales : 40		Par semaine: Cours 4 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

- Connaître les filières de revalorisation de l'énergie et de production de froid. Savoir choisir et dimensionner les principaux composants de thermo- ou de frigopompes. Connaître les principaux compresseurs volumétriques et leurs caractéristiques de réglage.
- Connaître les systèmes de conversion de l'énergie, y compris les dispositifs de protection de l'environnement et les aspects technico-économiques.

Thermopompe, frigopompes et compresseurs volumétriques

Généralités : Historique, applications, bases thermodynamiques (fonctions d'état, diagrammes thermodynamiques, rappel des équations générales et des rendements exergetiques, détente, compression), filières technologiques de pompes à chaleur (mécanique, chimique, magnétique, thermoélectrique).

Cycles à compression : y compris multi-étagés et cycles à mélanges de réfrigérants (Lorenz).

Compresseurs volumétriques : (à piston, scroll, à mono- ou double-vis).

Installations à compression : (réfrigérants, évaporateurs, condenseurs, tuyauterie, vannes et contrôles, caractéristiques de fonctionnement, sécurité).

Éléments de cryogénie : (cycles, isolation, etc.)

Installations à absorption : principes, fluides et diagrammes, cycles avec pompes, à différence de pression géodésique, à diffusion ou hybrides absorption-compression. Transformateurs de chaleur (heat transformers).

Systèmes particuliers et intégration : chauffage urbain, recompression mécanique des vapeurs, thermopompes à stockage, intégration aux procédés thermiques.

Centrales thermiques

Centrales à gaz et à vapeur – Centrales combinées gaz-vapeur - Cogénération: centrales combinées, moteurs à combustion interne – Centrales à cycle binaire - Centrales à accumulation – Amélioration de centrales existantes (puissance, rendement), évaluation technico-économique – Cycles avancés - Piles à combustible – Générateurs magnéto-hydro-dynamique - Notions de physique nucléaire - Cycles avec réacteurs nucléaires: PWR, BWR, surrégénérateurs, cycle du combustible nucléaire - Stockage des déchets radioactifs.

Pollution thermique de l'air et des eaux, pollution de l'air par les gaz de combustion :

Condenseur – Tour de refroidissement – Pollution atmosphérique : Dépollution des gaz de combustion, dépoussiérage des fumées, élimination des gaz toxiques - Réglementation concernant l'environnement: Normes en vigueur pour l'air (OPair) et pour les eaux.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exemples et exercices, visites d'usines.

DOCUMENTATION: Cours polycopiés. Bibliographie.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Thermodynamique et énergétique, Mécanique des fluides, Transfert de chaleur et de masse, Réglage.

Préparation pour: Examen final.

Titre : MECANIQUE DES FLUIDES IV						
Enseignant : Peter MONKEWITZ, Michel DEVILLE, Inge RYHMING, professeurs EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices -		Pratique -
Destinataires et contrôle des études :						
Section	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Génie mécanique IFE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Théoriques	Pratiques
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Etre capable d'appliquer les lois fondamentales aux problèmes pratiques des écoulements.

CONTENU

Le cours et les projets seront axés sur les applications choisies parmi différents domaines, par exemple : Aérodynamique, Surfaces libres, Convection thermique, Dynamique des fluides et Accidents, Ecoulements diphasiques.

1. Aérodynamique :

Aérodynamique des ailes et des profils: Régimes d'écoulement, Profils, Forces et moments; Trainée induite, Ailes en flèche. Dynamique du vol: trièdres de référence, mouvements et efforts, gouvernes; poussée, vitesse maximale, vitesse verticale, plafond, endurance, décollage, atterrissage, virages, domaine du vol. Stabilité et contrôle: stabilité longitudinale, critères, contrôle statique, angle de trim, effet du manche, moment de charnière des gouvernes, positions du centre de gravité; stabilité latérale, couplage des efforts.

2. Surfaces libres :

Considérations théoriques générales. Saut hydraulique. Ecoulement stationnaire dans des canaux de section arbitraire et avec des profondeurs variables. Orifices, Brèches, Déversoirs. Ondes en mer de profondeur uniforme. Exemple : résistance d'onde d'un bateau dans le cas bidimensionnel. Ondes internes.

3. Convection thermique :

L'approximation de Boussinesq. Ecriture des équations sous forme adimensionnelle : les nombres de Prandtl, Rayleigh, Grashof, Péclet, Nusselt. Convection naturelle sur une plaque plane. Le problème de Rayleigh-Bénard. La cavité carrée thermique chauffée différentiellement. L'effet de la tension superficielle : effet Marangoni. Applications industrielles : croissance des cristaux semi-conducteurs, production de verre plat etc.

4. Dynamique des fluides et Accidents :

Rupture d'un gazoduc. Dispersion de polluants gazeux lourds. Oscillation d'un fluide dans un camion citerne. Oscillations acoustiques induites par une différence de température.

5. Ecoulements diphasiques :

Propriétés générales des écoulements diphasiques. Processus de relaxation : Trainée visqueuse des particules isolées. Trainée dans les écoulements gaz-particules. Transfert de chaleur dans les écoulements gaz-particules. Dynamique des particules isolées : effet de la gravitation; Particule lâchée dans un écoulement mono-dimensionnel arbitraire, etc.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:

Cours ex cathedra

DOCUMENTATION:

Notes polycopiées. Littérature courante.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Mécanique des Fluides, Thermodynamique, Transfert de chaleur et de masse

Préalable requis:

Mécanique des Fluides

Préparation pour:

Titre : SIMULATION NUMERIQUE AVANCEE DES ECOULEMENTS							
Enseignant : Michel DEVILLE, professeur, Alain DROTZ, chargé de cours EPFL/DGM							
Heures totales : 20		Par semaine: Cours		2	Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie mécanique IFE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

OBJECTIFS

Le cours présente des algorithmes de calcul pour la résolution des équations de Navier-Stokes incompressibles.

CONTENU

Rappel de la méthode des éléments finis appliquée aux problèmes elliptiques. Etude d'une équation d'advection-diffusion instationnaire : le décentrement par la méthode de Pétrov-Galerkin. Equation de Burgers monodimensionnelle. Problème de Stokes : la condition inf.-sup. Etude des éléments quadratiques et triangulaires. Problème de Navier-Stokes stationnaire : linéarisation de Newton. Equations de Navier-Stokes instationnaires : méthode prédicteur-correcteur avec pas de temps adaptatif. Ecoulement autour d'un cylindre. Les éléments spectraux. Discrétisation d'un problème de Helmholtz : la base de Lagrange-Legendre. La tensorisation. Les gradients conjugués préconditionnés. Condition in.-sup. du problème de Stokes. Les équations de Navier-Stokes instationnaires par l'algorithme d'Uzawa ou la méthode de correction de pression. Application à l'écoulement sur une marche descendante.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: cours ex cathedra

DOCUMENTATION: notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Aéro-et hydrodynamique I, Mécanique des fluides, Méthodes des éléments finis

Préalable requis: Aéro-et hydrodynamique I, Mécanique des fluides, Analyse numérique, Informatique

Préparation pour:

Titre : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE I						
Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Apprendre à dimensionner et à construire dans les grandes lignes les éléments d'un moteur à combustion interne du point de vue thermique et mécanique.

CONTENU

Généralités

Historique - Eléments des moteurs à mouvement alternatif, dimensions principales - Bilan thermique et rendements - Diagramme pression-volume - Rapport de compression - Moteurs à deux et quatre temps: Commande de l'échange des gaz - Moteurs Diesel et Otto: Systèmes de carburation et d'injection, commande électronique des moteurs - Types de moteurs non-traditionnels: Moteur à piston rotatif Wankel, moteur Stirling etc. - Turbo-suralimentation - Suralimentation avec Compres - Caractéristiques de fonctionnement - Applications: Moteurs marins, moteurs stationnaires, couplage force-chaleur, moteurs de véhicules, moteurs d'avion, boîtes de vitesse et transmissions - Moteurs et environnement: Emission de gaz polluants, émission de bruit, limitation des émissions, cycles test, catalyseurs - Avenir du moteur à combustion interne: Concepts de faible émission, combustibles de substitution.

Thermodynamique du moteur à combustion interne

Combustion et combustibles: Réactions chimiques de base, coefficient d'air, pouvoir calorifique des combustibles, Combustion complète et incomplète - Admission d'air au moteur: Conditions atmosphériques, pertes de charge, échauffement et refroidissement de l'air, effet de suralimentation, coefficient de remplissage, consommation d'air - Cycles théoriques: Cycle Otto; cycle Diesel - Cycles réels: Pressions moyenne et indiquée, calcul de la puissance et des dimensions du moteur, pertes et rendements - Calcul des cycles à l'aide de diagrammes T-s de l'air et des gaz brûlés - Simulation par ordinateur des cycles de moteurs: Modèle thermodynamique, modèle de combustion à deux zones, simulation de l'échange de chaleur, programme pour ordinateur PC et compatibles.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exercices corrigés et exemples.

DOCUMENTATION: Cours photocopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Mécanique générale et appliquée, Thermodynamique et énergétique, Transfert de chaleur et de masse, Mécanique des fluides, Eléments de construction, Conception de machines, Résistance des matériaux, Programmation

Titre : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE II						
Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 20		Par semaine: Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Apprendre à dimensionner et à construire dans les grandes lignes les éléments d'un moteur à combustion interne du point de vue thermique et mécanique.

CONTENU**Mécanique du moteur à combustion interne**

Système bielle-manivelle – Loi du mouvement du piston: Déplacement, vitesse, accélération, forces de pression, d'inertie oscillantes et rotatives – Allure du couple instantané – Disposition des cylindres – Ordre d'allumage – Méthodes d'équilibrage – Calcul du volant – Vibrations de torsion: Modèle physique et mathématique, vibration propre, vibration amortie et forcée, couples d'excitation, résonnance, contraintes, amortisseurs dynamiques et à frottement.

Construction des moteurs à combustion interne

Rappel des règles de la construction: Résistance des matériaux aux sollicitations alternatives, influence des traitements thermiques et de surface, coefficient de forme, contraintes thermiques – Méthodes d'analyse: Analyse numérique par éléments finis MEF, analyse expérimentale par photoélasticité et jauges extensométriques – Etude constructive des composants suivants: bâti, bloc-moteur, carter, chemises de cylindre, culasse, piston, bielle, vilebrequin, paliers – Présentation d'exemples réalisés.

Echange des gaz d'un moteur à combustion interne

Théorie des écoulements dans les tubulures, lumières et soupapes – Mécanique et dynamique des commandes des soupapes – Balayage – Simulation par ordinateur de l'échange des gaz.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exercices corrigés et exemples.

DOCUMENTATION: Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Suite du cours avec même titre que celui du 7ème semestre. Mécanique générale et appliquée, Thermodynamique et énergétique, Transfert de chaleur et de masse, Mécanique des fluides, Eléments de construction, conception de machines, Résistance des matériaux, Programmation, Mécanique vibratoire.

Titre : CAVITATION						
Enseignant : François AVELLAN, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2			Exercices - Pratique -	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
orientation IFE	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS :

Comprendre les phénomènes physiques mis en jeu par la cavitation.

Maîtriser les critères hydrodynamiques d'apparition de la cavitation.

Appliquer ces critères dans la conception ou l'exploitation des machines et systèmes hydrauliques.

CONTENU :**I Introduction**

- mécanismes de changement de phase
- manifestation de la cavitation dans les machines et installations hydrauliques
- types de cavitation

II Conditions d'apparition de la cavitation

- équation de Bernoulli
- chiffre de cavitation dans le cas d'un organe passif
- chiffre de cavitation dans le cas d'un organe moteur ou récepteur

III Phénomènes superficiels

- tension superficielle
- équilibre d'une interface au repos, formule de Laplace

IV Conditions générales d'équilibre mécanique d'une interface

- bilans globaux de masse et de quantité de mouvement
- condition d'interface locale

V Modèles de nucléation

- équation de Rayleigh-Plesset - normalisation - instabilité
- influence sur les performances hydrauliques
- implantation des machines hydrauliques

VI Erosion par cavitation

- cavités de bord d'attaque - prédiction et calcul de leur longueur
- cavités érosives - mécanismes et fréquence de lâcher
- intensité érosive des cavités

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations.

DOCUMENTATION : Résumés polycopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalables requis : Physique générale I, II; Mécanique des fluides I, II; Hydraulique

Préparation pour : Projets de l'orientation IFE

Titre : RÉGIMES TRANSITOIRES DANS LES INSTALLATIONS HYDRAULIQUES							
Enseignant : Jean PRENAT, chargé de cours EPFL/DGM							
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices -		Pratique -	
Destinataires et contrôle des études :							
Section	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
					Théoriques	Pratiques	
Génie mécanique.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
orientation IFE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

OBJECTIFS :

Initier l'étudiant aux phénomènes transitoires pouvant se produire dans une installation hydraulique. A la fin du cours, il sera capable de mettre en oeuvre les méthodes appropriées permettant de tenir compte de ces phénomènes au stade de l'élaboration d'un projet.

CONTENU :

- Etablissement et discussion des équations de base régissant les phénomènes dynamiques et en particulier les mouvements de l'eau dans une conduite consécutivement à une modification du régime d'écoulement.
- Application à l'établissement de différentes méthodes de résolution pour
 - le calcul des oscillations de masse et des chambres d'équilibre dans le cas des phénomènes lents où déformations et compressibilité peuvent être ignorées
 - le calcul du coup de bélier proprement dit, prenant en compte déformations des conduites et élasticité de l'eau
 - méthode arithmétique d'Allievi appliquée à la manoeuvre d'une vanne à l'extrémité d'une conduite
 - méthode graphique de Schnyder-Bergeron; utilisation pour des installations plus complexes comprenant plusieurs conduites, intégration de machines ainsi que d'autres organes
 - méthode des caractéristiques, principe de résolution, et explication de sa mise en oeuvre pour les installations les plus complexes
 - méthode algébrique qui se prête bien à la numérique
 - le calcul d'impédance mis en oeuvre pour des phénomènes périodiques.

Tout au long du cours, ces méthodes sont appliquées à de nombreux problèmes concrets.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra et nombreux exercices

DOCUMENTATION : Aide-mémoire polycopié comprenant de nombreuses illustrations de problèmes; notes de cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalables requis : Mécanique générale I, II; Analyse I, II, III, IV; Hydraulique; Mécanique des fluides I, II

Préparation pour : Projets de l'orientation IFE

Titre : CHOIX DES EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES						
Enseignant : Jean PRENAT, chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices - Pratique -				
Destinataires et contrôle des études :						
Section	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
orientation IFE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS :

Etre capable de choisir une machine, de déterminer son diamètre, sa vitesse de rotation et son implantation de manière optimale en tenant compte des contraintes dues à la cavitation et des impératifs économiques (rendement et coût de la machine).

CONTENU :

Cavitation dans les turbines Francis et Kaplan : types de cavitation, limites d'apparition, domaine d'utilisation, implantation. **Cavitation dans les pompes :** types de cavitation, courbe de NPSE, domaine d'utilisation, implantation. **Choix du type des machines :** comparaison Pelton-Francis et Francis-Kaplan-hélice. **Choix des paramètres de base :** hauteur d'implantation, diamètre optimum, vitesse de rotation, optimisation du rendement. **Choix du domaine de fonctionnement dans la colline.**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples numériques et exercices.

DOCUMENTATION : P. HENRY: *Turbomachines hydrauliques - Choix illustré de réalisations marquantes*, PPUR, Lausanne, 1992. Cours polycopié: *La cavitation dans les machines hydrauliques*. Littérature spécialisée (IMHEF; industrie; associations scientifiques; congrès; etc.).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalables requis : Mécanique des fluides I, II; Hydraulique; Turbomachines hydrauliques I; Cavitation.
Préparation pour : Projets de l'orientation IFE

Titre : METHODES NUMERIQUES EN THERMIQUE						
Enseignants : Peter OTT, chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 20		Par semaine: Cours 2		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

- Introduction aux méthodes numériques dans le domaine de la thermique.
- Le but poursuivi est de permettre aux étudiants, d'aborder les problèmes pratiques spécifiques de l'ingénieur par le biais de divers séminaires.

CONTENU

- Introduction
- Base des méthodes numériques
- Elaboration d'un programme de calcul numérique pour la conduction thermique avec différentes approches
- Présentation d'une méthode de calcul pour la convection thermique
- Exemples numériques

Ces différents chapitres seront abordés sous l'angle du transfert de chaleur par conduction et du transfert de chaleur par convection.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exemples d'application.

DOCUMENTATION: Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Turbomachines thermiques, Dynamique des gaz, Transfert de chaleur.
Préparation pour:

Titre : MODÉLISATION ET OPTIMISATION DES SYSTEMES THERMIQUES

Enseignant : Michael R. von SPAKOVSKY, chargé de cours EPFL / DGM

Heures totales : 20

Par semaine: Cours 2

Exercices

Pratique

Destinataires et contrôle des études

Section(s)

Semestre

Oblig.

Facult.

Option

Branches

Théoriques

Pratiques

Génie mécanique IFE.....

8

.....

.....

.....

OBJECTIFS

A la fin du cours, les étudiants posséderont une connaissance élémentaire des méthodes d'optimisation. Ils sauront modéliser les composants principaux et les systèmes thermiques globaux, en vue d'une optimisation sur la base du 2^{ème} et du 1^{ère} principes et des critères économiques et environnementaux.

CONTENU

I. L'ANALYSE THERMODYNAMIQUE DES SYSTEMES ENERGETIQUES

- Possibilités d'une analyse thermodynamique sur les plans énergétiques et exergetiques.
- Approche exergetique pour les procédés énergétiques de base.
- Approche exergetique pour les systèmes énergétiques.

II. LES ANALYSES THERMOECONOMIQUE ET ENVIRONOMIQUE DES SYSTEMES ENERGETIQUES

- Approche thermoéconomique.
- Approche environomique.

III. L'OPTIMISATION DES SYSTEMES ENERGETIQUES

- Concepts de base du problème d'optimisation (sans contraintes et sous contraintes).
- Optimisation dans le cadre des approches thermodynamique, thermoéconomique et environomique (énergétique et exergetique)
 - problèmes d'optimisation centralisée ou décentralisée (sans ou sous contraintes);
 - algorithmes de résolution des problèmes d'optimisation *centralisée*: *méthodes de calcul* (méthodes des multiplicateurs de Lagrange, etc.), *méthodes de recherche de point selle*, *méthodes de programmation géométrique, quadratique et linéaire*;
 - algorithmes de résolution des problèmes d'optimisation *décentralisée*: *méthodes de programmation dynamique*, d'autres méthodes de décomposition et de décentralisation.

IV. LES METHODOLOGIES DES APPROCHES THERMOECONOMIQUE ET ENVIRONOMIQUE

(les méthodologies algébriques, les méthodologies de calculs ("Engineering Functional Analysis" – EFA, etc.), l'optimisation centralisée ou décentralisée des méthodologies décrites ci-dessus).

V. ENGINEERING FUNCTIONAL ANALYSIS

(la philosophie de l'EFA, sa formulation, modèle mathématique, optimisation du modèle, les coûts marginaux, notions d'isolement thermoéconomique et d'environnements économiquement stables).

VI. APPLICATIONS AUX SYSTEMES THERMIQUES

(cycle à vapeur, cycle de turbine à gaz, cycle combiné avec cogénération, pompe à chaleur, etc.)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:

Ex cathedra avec exemples et exercices

DOCUMENTATION:

Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Thermodynamique et énergétique, Energétique I, Transfert de chaleur et de masse, cours de mathématiques de base, Algèbre linéaire, Analyse numérique, Programmation.

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : PROCÉDES THERMIQUES INDUSTRIELS						
Enseignant : Philippe JAVET, professeur EPFL/DC						
Heures totales : 20		Par semaine: Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
orientation IFE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Comprendre les phénomènes en jeu dans les séparations chimiques. Utiliser les relations de base pour concevoir les installations nécessaires à la mise en oeuvre d'un procédé de génie chimique.

Apprendre les méthodes permettant de dimensionner quelques installations simples.

CONTENU**Absorption et distillation**

Les relations d'équilibre gaz-liquide. Bilans totaux et partiels sur une colonne. Ligne opératoire. Nombre de plateaux, méthode de McCabe et Thiele. Théories des transferts de matière stationnaires et dynamiques. Relations de dimensionnement. Construction et efficacité de plateaux réels.

Séchage

Utilisation de diagrammes enthalpiques eau-air; les trois phases de séchage. Liaison du liquide au solide, transfert de matière et de chaleur. Vitesse de séchage. Consommation d'énergie, types de séchoirs industriels.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices incorporés

DOCUMENTATION: Feuilles photocopées distribuées au cours
cours photocopie : 1991

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Transfert de chaleur et de masse

Préparation pour:

<i>Titre :</i> RÉGLAGE AUTOMATIQUE III						
<i>Enseignant :</i> Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DGM						
<i>Heures totales :</i> 30, 37,7*		<i>Par semaine :</i> Cours 2		<i>Exercices</i> 0,5* <i>Pratique</i>		
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité GE - pilier 3 *	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique (IT).....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanique / Mathématiques..	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant sera en mesure de synthétiser des régulateurs polynomiaux. Il maîtrisera des algorithmes d'identification de systèmes dynamiques et pourra réaliser des algorithmes de commande adaptative. Il sera capable d'implanter des régulateurs fondés sur la logique floue (fuzzy logic).

CONTENU

Régulateur RST : Définitions. Synthèse du régulateur RST. Effets d'un intégrateur. Amplitudes de la grandeur de réglage. Commande a priori.

Identification : Régression linéaire. Application à l'identification des systèmes dynamiques. Méthode des moindres carrés. Méthode des moindres carrés pondérés. Méthode des moindres carrés récurrents. Méthode des moindres carrés pondérés récurrents.

Commande adaptative : Commande adaptative par placement des pôles. Auto-ajustement d'un régulateur RST. Auto-ajustement d'un régulateur PID. Régulateur à gains programmés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Démonstrations en salle. Exercices en salle et au LEAO.

DOCUMENTATION : Réglage numérique (3ème partie). Cours photocopié édité par l'Institut d'automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Réglage automatique I et II.

Préparation pour : Réglage automatique IV.

Titre : RÉGLAGE AUTOMATIQUE IV						
Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DGM						
Heures totales : 20, 25*		Par semaine : Cours 2		Exercices 0,5* Pratique		
Destinataires et contrôle des études :						Branches
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité GE-Pilier 3 *.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique (IT).....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanique.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mathématiques.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable d'analyser et de dimensionner des régulateurs fondés sur la logique floue.

CONTENU

Introduction à la logique floue : Théorie des ensembles flous. Propriétés des ensembles flous. Opérations sur les ensembles flous. Relations floues.

Régulateurs flous: Variables floues. Règles floues. Mémoire associative floue. Défuzzification. Exemples. Problèmes numériques.

Exemples d'application : Machine à laver. Auto focus d'un appareil photographique. Réglage de température. Réglage de force.

Apprentissage des règles linguistiques : Identification des règles à partir d'essais expérimentaux. Application au problème de parage. Prévion de séries temporelles.

Régulateurs PID flous : Règles linguistiques pour des régulateurs de type P, PI, PD et PID. Equivalence entre des régulateurs PID et flous.

Analyse de stabilité : Rappels. Critère de Popov. Critère du cercle. Application aux régulateurs flous.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Démonstrations en salle. Exercices en salle et au LEAO.

DOCUMENTATION : Cours photocopié édité par l'Institut d'automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Réglage automatique I, II et III.

Préparation pour :

Titre : MODELISATION ET SIMULATION I									
Enseignant : Dominique BONVIN, professeur EPFL / DGM									
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2			Exercices		Pratique		
Destinataires et contrôle des études :						Branches			
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques			
Informatique (IT).....	5,7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Electricité GE - Pilier 3	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mécanique.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Microtechnique	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Physique.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur une large classe de systèmes dynamiques. Il sera en mesure d'élaborer la structure, d'identifier les paramètres et d'étudier le comportement de systèmes linéaires et non linéaires. Il maîtrisera les possibilités offertes par certains logiciels modernes d'analyse (MATLAB) et de simulation numérique (SIMULINK).

CONTENU

Modélisation : Processus, systèmes et modèles. Types de modèles. Méthodes de représentation. Systèmes continus et discrets. Exemples.

Modèles de représentation non paramétriques : Réponse indicielle et impulsionnelle. Méthode de corrélation. Analyse fréquentielle. Analyse spectrale.

Modèles de représentation paramétriques : Choix structurels. Identification des paramètres. Modèles du bruit. Aspects pratiques de l'identification. Validation du modèle. Identification en boucle fermée.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec exemples et exercices intégrés. Utilisation de logiciels modernes d'analyse et de simulation numérique.

DOCUMENTATION : Cours photocopié édité par l'Institut d'automatique

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Réglage Automatique I et II
Préparation pour : Modélisation et Simulation II

<i>Titre :</i>		MODELISATION ET SIMULATION II			
<i>Enseignant :</i>		Dominique BONVIN, professeur EPFL / DGM			
<i>Heures totales :</i>	20, 25*	<i>Par semaine :</i>	Cours 2	<i>Exercices</i>	0,5* <i>Pratique</i>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i> <i>Théoriques</i> <i>Pratiques</i>
Informatique (IT).....	6,8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Electricité GE - Pilier 3*.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Mécanique.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Physique.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur une large classe de systèmes dynamiques. Il sera en mesure d'élaborer la structure, d'identifier les paramètres et d'étudier le comportement de systèmes linéaires et non linéaires. Il maîtrisera les possibilités offertes par certains logiciels modernes d'analyse (MATLAB) et de simulation numérique (SIMULINK).

CONTENU

Modèles de connaissance : Procédure de modélisation. Exemples mécaniques, électriques, électromécaniques, hydrauliques, thermiques et chimiques. Identification des paramètres. Etude de sensibilité. Linéarisation.

Modèles d'état linéaires : Solution des équations dynamiques. Gouvernabilité, observabilité et stabilité. Théorie de la réalisation. Réduction d'ordre. Systèmes multivariables, interaction et découplage.

Simulation numérique : Objectifs de la simulation. Phases et organisation logicielle de la simulation. Vérification et validation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT

Cours avec exemples et exercices intégrés. Utilisation de logiciels modernes d'analyse et de simulation numérique.

DOCUMENTATION

Cours photocopié édité par l'Institut d'automatique

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Modélisation et Simulation I

Préparation pour :

Titre : PROJET DE L'ORIENTATION I (IFE)						
Enseignant : Albin BÖLCS, Daniel FAVRAT, J.C. GIANOLA, François AVELLAN, Michel DEVILLE, Peter MONKEWITZ, Inge RYHMING, professeurs EPFL / DGM						
Heures totales : 60	Par semaine: Cours		Exercices		Pratique 4	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Génie mécanique IMP.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Appliquer à un cas concret les connaissances acquises aux cours. Apprendre à exploiter l'information contenue dans la littérature. Acquérir une première initiation aux méthodes de travail de l'ingénieur et apprendre à établir un rapport utilisable par des tiers.

CONTENU

• En liaison avec le bloc A de cours:

Etude théorique et/ou en liaison avec l'expérience des problèmes de mécanique des fluides industriels : écoulement interne, externe et couche limite.

• En liaison avec le bloc B de cours:

Calcul d'écoulement et conception de machines ou d'organes de machines hydrauliques. Etude de choix d'équipements hydrauliques. Comparaison de solutions techniques et économiques.

• En liaison avec le bloc C de cours:

Calcul d'écoulement et conception de machines ou d'organes de turbomachines thermiques. Calcul de transfert de chaleur dans les composants de turbomachines.

• En liaison avec le bloc D de cours:

Analyses énergétiques et thermoéconomiques de systèmes thermiques de conversion et de revalorisation d'énergie (centrales thermiques, cogénération, moteurs à combustion, pompes à chaleur). Analyse de procédés ou sites industriels. Analyse de machines volumétriques rotatives. Etude de transfert de chaleur en présence de changement de phase.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Travaux personnels, si possible en relation avec l'industrie.

DOCUMENTATION:

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Cours de thermique

Préparation pour: Admission à l'examen final, branche pratique

Titre : PROJET DE L'ORIENTATION II (IFE)						
Enseignant : Albin BÖLCS, Daniel FAVRAT, J.C. GIANOLA, François AVELLAN, Michel DEVILLE, Peter MONKEWITZ, Inge RYHMING, professeurs EPFL / DGM						
Heures totales : 80		Par semaine: Cours		Exercices		Pratique 8
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Appliquer à un cas concret les connaissances acquises aux cours. Apprendre à exploiter l'information contenue dans la littérature. Acquérir une première initiation aux méthodes de travail de l'ingénieur et apprendre à établir un rapport utilisable par des tiers.

Domaines d'activités de l'IT et de l'IMHEF

- En liaison avec le bloc A de cours :

Etude théorique et/ou en liaison avec l'expérience des problèmes de mécanique des fluides industriels : écoulement interne, externe et couche limite.

- En liaison avec le bloc B de cours :

Calcul d'écoulement et conception de machines ou d'organes de machines hydrauliques. Etude de choix d'équipements hydrauliques. Comparaison de solutions techniques et économiques.

- En liaison avec le bloc C de cours :

Calcul d'écoulement et conception de machines ou d'organes de turbomachines thermiques. Calcul de transfert de chaleur dans les composants de turbomachines.

- En liaison avec le bloc D de cours :

Analyses énergétiques et thermoéconomiques de systèmes thermiques de conversion et de revalorisation d'énergie (centrales thermiques, cogénération, moteurs à combustion, pompes à chaleur). Analyse de procédés ou sites industriels. Analyse de machines volumétriques rotatives. Etude de transfert de chaleur en présence de changement de phase.

Domaines d'activités de l'IA

- Réglage adaptatif, robuste et flou
- Réglage non linéaire avec applications aux robots
- Identification des systèmes dynamiques
- Modélisation et conduite de processus industriels

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Travaux personnels, si possible en relation avec l'industrie.

DOCUMENTATION:

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Cours de thermique

Préparation pour: Admission à l'examen final, branche pratique

Titre : LABORATOIRES DE L'ORIENTATION IFE I

Enseignant : F. AVELLAN, A. BÖLCS, M. DEVILLE, D. FAVRAT, J.-C. GIANOLA, P. MONKEWITZ, I. RYHMING,
Professeurs EPFL / DGM

Heures totales : 60

Par semaine: Cours

Exercices

Pratique 4

Destinataires et contrôle des études

Section(s)

Semestre

Oblig.

Facult.

Option

Branches

Théoriques

Pratiques

Génie mécanique IFE.....

7

.....

.....

.....

OBJECTIFS

Assimiler les connaissances théoriques par l'étude et la mesure de cas concrets. Etalonnage et utilisation des instruments de mesure. Dépouillement, estimation des erreurs, discussion des résultats de mesure. Rédaction d'un rapport concis.

CONTENU

Les sujets de ces laboratoires sont relatifs à un phénomène physique particulier ou à la caractéristique de fonctionnement par exemple des installations suivantes:

Moteur à combustion interne

Installation de climatisation

Pompe à chaleur

Transfert de chaleur en cours d'évaporation de réfrigérant

Pertes de charge singulières et par frottement

Jet libre et anémométrie à fil chaud

Trainée d'un cylindre

Mesure de débit par venturi-tuyère-diaphragme

Turbine à gaz

Compresseur radial

Tuyère supersonique

Table hydraulique

Caractéristique d'une turbine Pelton

Caractéristique Pompe Egger/Sulzer

Coupleur hydraulique

Plateforme de cavitation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:

Laboratoires de base et/ou de type démonstration. Technique de mesure. Séances par groupes.

DOCUMENTATION:

Protocoles, Manuels des systèmes de mesure, des installations, Cours de l'orientation IFE.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Cours des blocs A, B, C et D de l'orientation IFE.

Préalable requis:

Mécanique des Fluides, Hydraulique, Thermodynamique et Energétique, Transfert de chaleur et de masse, Mécanique générale, Physique générale.

Préparation pour:

Admission à l'examen final, branche pratique.

Titre : LABORATOIRES DE L'ORIENTATION IFE II						
Enseignant : F. AVELLAN, A. BÖLCS, M. DEVILLE, D. FAVRAT, J.-C. GIANOLA, P. MONKEWITZ, I. RYHMING, professeurs EPFL / DGM						
Heures totales : 50		Par semaine: Cours		Exercices		Pratique 5
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IFE.....	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Comprendre les mécanismes des phénomènes et/ou des machines-installations dont l'étudiant a acquis la connaissance théorique. Savoir concevoir un programme d'essai, maîtriser les systèmes de mesure utilisés, dépouiller les résultats, en faire une évaluation critique, et présenter la synthèse de son travail dans un rapport clair et documenté.

CONTENU

Les sujets de ces laboratoires sont liés aux travaux en cours entrepris sur les différentes installations de recherche et équipements scientifiques des laboratoires d'Energétique Industrielle, de Machines Hydrauliques, de Mécanique des Fluides et de Thermique Appliquée et de Turbomachines.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Laboratoires à choix: personnel ou par groupe de 2 étudiants
DOCUMENTATION:	Protocoles, Manuels des systèmes de mesure, des installations, Cours de l'orientation IFE
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS	Cours de l'orientation IFE
Préalable requis:	Cours des blocs A, B, C ou D de l'orientation IFE
Préparation pour:	Admission à l'examen final, branche pratique

Titre : FIABILITE ET SECURITE DES SYSTEMES TECHNIQUES						
Enseignant : Heinz BARGMANN, chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices -		Pratique -
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IFE	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Identifier des mécanismes de défaillance potentiels, prédire la fiabilité et la disponibilité des composants et des systèmes afin d'assurer la performance des produits, des procédés et des installations complexes.

CONTENU

I. Succès et défaillance des systèmes

Principe de décomposition d'un système complexe. Exemples: structure simple en série; structure simple en parallèle. Graphe de succès. Système physique et structure fonctionnelle. Structure "k-parmi-n". Exemple: comparaison de trois systèmes électrogènes d'avions. Redondance du système vs redondance des composants. Décomposition basée sur un composant clé. Composants à multiples états. Défaillances dépendantes. Exemple: deux transistors. Arbre des conséquences et arbre des causes. Exemples: perte du caloporteur d'une centrale nucléaire; incendie à la maison. Arbre des causes et graphe de succès. Le "risque" classique. La "qualité totale".

II. Fiabilité et disponibilité

Disponibilité des composants et des systèmes. La "théorie de la fiabilité" classique. Fiabilité, taux de défaillance et durée de vie moyenne. Interprétation statistique. Maintenabilité, taux de réparation et durée de réparation moyenne. Exemples: donnés de défaillance d'un ensemble de 10 composants; donnés de défaillance d'un ensemble de 200 composants. Composant d'un taux de défaillance constant. Composant d'un taux de défaillance type WEIBULL. Structure en série de composants indépendants de taux de défaillance constants. Structure en parallèle de composants indépendants de taux de défaillance constants. Dépendance des composants: graphe de MARKOV. Redondances actives et passives.

III. La physique des composants

Processus homogènes, état physique et axiome de cohérence. Exemples: capacité électrique; mouvement d'un corps. Critère de succès. Exemples: court-circuit électrique et circuit ouvert. Composant d'un état scalaire. Probabilité de succès. Exemple: cuve d'un réacteur nucléaire. La prédiction du taux de défaillance. "Facteur de sécurité" vs probabilité de succès.

IV. Vue d'ensemble de la thermomécanique

Processus non homogènes et équations de bilan. Exemples: fluide parfait d'EULER; fluide linéairement visqueux de NEWTON; solide linéairement élastique de HOOKE; corps non linéairement viscoélastique d'ODQVIST; conducteur de chaleur de FOURIER; corps élastoplastique de PRANDTL-REUSS. Exemple: solide susceptible à la fatigue. Prévision des sollicitations. Exemples: aeroélasticité; Takoma Narrows Bridge.

V. La prévention: catalogue de mécanismes de défaillances

Exemples illustratifs: déformations irréversibles; fatigue et rupture brutale; usure; flambage global et local; flambage thermique; chocs thermiques; relaxation de contraintes; flambage par fluage; rupture par fluage.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exemples et exercices

DOCUMENTATION : notes photocopées, fascicules divers

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Résistance des matériaux I, Probabilité et statistique I

Préparation pour :

Titre : COMMANDES ELECTRO-HYDRAULIQUES						
Enseignant : Pierre PAHUD, chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 3 Exercices			- Pratique -	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Ce cours est couplé avec le cours "Théorie du projet" du 7ème semestre (J.P. van Griethuysen). Ensemble, ils visent à donner à l'étudiant la capacité de choisir, d'étudier et de construire une transmission de puissance intégrant : moteur, amplificateur hydraulique, électrohydraulique et électrique, transmission mécanique de puissance à la charge.

CONTENU**Génération de l'huile sous pression :**

Description et calcul des principaux composants d'un groupe de génération d'huile sous pression : pompes, accumulateurs (en particulier étude dynamique), réservoirs, etc.

Amplificateurs de puissance hydrauliques et électrohydrauliques :

Les différents organes de commande, les servovalves électrohydrauliques, les moteurs hydrauliques et les vérins. Etude dynamique d'un vérin, d'un moteur hydraulique et d'une servocommande hydraulique complète.

Commande d'une transmission électrohydraulique :

Intégration des organes de commandes électrohydrauliques et des capteurs dans une boucle de réglage électrique ou par microprocesseur et étude de stabilité de cette boucle.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec projections. Exercices en cours de semestre.

DOCUMENTATION: Cours polycopié. Documentation de fabricants, présentations de modèles coupés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Théorie du projet, Commande de machines, Conception des machines-outils, Conception de systèmes.

Préalable requis:

Préparation pour: Travail de diplôme

Titre : CONCEPTION DES MACHINES-OUTILS I						
Enseignant : François PRUVOT, professeur, EPFL/DGM Pierre PAHUD, chargé de cours						
Heures totales : 60		Par semaine: Cours 4			Exercices - Pratique -	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IFE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Ce cours est en fait une initiation à la "construction" scientifique. A la fin du cours, l'étudiant devra savoir utiliser pour la construction des machines une partie des connaissances théorique qu'il a acquises les semestres précédents (Résistance des matériaux, matériaux, dynamique, mécanique de vibrations, organes de machines, etc...)

CONTENU

Ce cours est essentiellement basé sur l'analyse et la synthèse d'organes de machines-outils et il débute par une première formalisation d'un cahier des charges de machines.

Au pas suivant, une machine est décomposée en ses différents organes de base.

Ensuite, on aborde l'étude d'un des éléments les plus complexes, la broche.

Celle-ci se décompose en :

Etude cinématique

Celle-ci paraît inutile (corps en simple rotation), mais montre des aspects nouveaux et importants.

Etude statique

choix des paramètres d'une broche en fonction des caractéristiques micro-et macrogéométriques de la surface à usiner, longueur optimale, caractéristiques et performances des différents types de paliers (calcul de rigidité en particulier).

Etude dynamique

Modélisation, fréquence propre, stabilité de coupe (vibrations autoentretenues liées à la coupe, broutage).

Etude thermique

Théorie de la lubrification, constante de temps thermique des différents éléments de la broche et des paliers, instabilité thermique, critère de stabilité.

Etude technologique

En particulier méthode de stabilisation thermique, montage des différents éléments, méthodes de lubrification, étanchéité.

Etude économique

Optimisation de la conception.

A la fin du semestre, l'étudiant doit avoir les éléments de la synthèse d'une broche à partir de ses spécifications de ses performances.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec de nombreuses projections.

DOCUMENTATION : Polycopiés machines-outils et Automates Vol. 1,2,3 et 4.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Machines-outils et Automates (8e Sem.),
Concept. des systèmes 8e Semestre.

Préalable requis : Résistance des Matériaux I et II, Mécanique Appliquée I et II.

Préparation pour : Conception des Machines-outils II 8ème semestre.

Titre : MECANIQUE DES SOLIDES DEFORMABLES						
Enseignant : Alain CURNIER, chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices 0		Pratique -
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IFE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Connaître les principes généraux de la cinématique, de la dynamique et de l'énergétique qui régissent le mouvement des corps solides déformables et les lois particulières de l'élasticité, de la viscosité et de la plasticité qui décrivent le comportement des matériaux solides déformables.

CONTENU

1. Principes généraux de la mécanique des corps solides déformables

- cinématique (géométrie)
- dynamique (statique)
- énergétique (travail)

2. Lois de comportement des matériaux solides déformables

- théorie des lois de comportement
- homogénéité et symétries (anisotropies)
- élasticité
- viscosité
- plasticité

Les éléments d'algèbre et d'analyse vectorielle et tensorielle nécessaires sont rappelés aux endroits opportuns.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices hebdomadaires.

DOCUMENTATION : Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Résistance des matériaux I et II.

Préparation pour : Méthodes numériques en mécanique des solides.

Titre : DYNAMIQUE DES STRUCTURES						
Enseignant : Thomas GMUER, chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 3 Exercices -			Pratique -	
<i>Destinataires et contrôle des études</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Génie mécanique IMP	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

S'initier aux méthodes numériques de la dynamique des structures. Apprendre à exploiter ces techniques pour résoudre les problèmes rencontrés dans la pratique.

CONTENU

- Introduction à l'élastodynamique :**
Equations différentielles de la dynamique des structures. Formulations faible et semi-discrète des problèmes.
- Méthode des éléments finis appliquée à la dynamique des structures :**
Formulation faible approchée des problèmes uni-, bi- et tridimensionnels en élastodynamique. Matrices structurelles de rigidité, de masse et d'amortissement. Eléments finis poutre, coque, solide et de transition poutre-solide ou coque-solide.
- Techniques d'extraction des paramètres modaux :**
Méthodes classiques de résolution des problèmes aux valeurs propres. Méthodes d'itération directe ou inverse d'un sous-espace. Méthode de Lanczos. Techniques de condensation et de réduction.
- Algorithmes pour la résolution des équations semi-discrètes du mouvement :**
Schémas aux différences finies explicites et implicites, appliqués à la superposition modale.
- Exemples d'application :**
Application des techniques numériques à la dynamique des structures réelles. Etude de cas académiques et pratiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exemples et exercices dirigés.

DOCUMENTATION : cours photocopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS
Préalable requis : Mécanique appliquée, Méthode des éléments finis

Préparation pour : -

Titre : SYSTÈMES DE CFAO						
Enseignant : VACAT						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 3			Exercices - Pratique -	
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Le cours vise à former des cadres capables de participer à la définition, à la sélection et à l'évolution d'un système de conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO). A la fin du cours, l'étudiant sera capable de définir l'impact de la CFAO sur une entreprise, de participer à l'élaboration d'un cahier des charges, de mettre en place une procédure d'évaluation et d'organiser un plan d'introduction.

CONTENU

- La définition de la CFAO et le processus de production
- La tendance à l'intégration
- Exemples d'application de la CFAO
- Le matériel et les logiciels de base, le matériel périphérique, les logiciels utilitaires
- Le dessin assisté, les systèmes surfaciques et les modeleurs solides
- L'introduction de la CFAO

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: cours

DOCUMENTATION: polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Eléments de construction, Conception des machines

Préparation pour:

Titre : MECANIQUE DES DEFORMATIONS ET DE LA RUPTURE I						
Enseignant : Farhad REZAI-ARIA, chargé de cours EPFL/DMX						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de comprendre le comportement réel des matériaux sous contrainte et d'apprécier les aspects microstructuraux. Il résulte soit une déformation plastique accompagnée d'écrouissage, soit une rupture fragile. L'étudiant pourra appliquer les méthodes et les notions de la mécanique de rupture linéaire élastique et élasto-plastique (notions).

CONTENU

1. La déformation élastique et anélastique.
2. Ecrouissage : description phénoménologique et discussion microstructurale (dislocations). Instabilité de la déformation en traction : la striction.
3. Taille des grains, densité des dislocations et dispersion des particules comme facteurs déterminant la résistance mécanique. Rupture ductile.
4. Fatigue des métaux sous contrainte périodique. Rôle de la surface, de la microstructure interne et de l'environnement.
5. Concentration des contraintes par entailles.
6. Stabilité des fissures - La base théorique et les méthodes de la mécanique de rupture. Critères : K,I. La notion COD.
7. L'aspect statistique. La notion d'endommagement.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec périodes de discussions

DOCUMENTATION: Feuilles photocopiées. Bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour: Mécanique des déformations et de la rupture II

Titre : THEORIE DU PROJET							
Enseignant : Jean-Pierre van GRIETHUYSEN, chargé de cours EPFL/DGM							
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2 Exercices - Pratique -					
Destinataires et contrôle des études					Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie mécanique IMP	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

OBJECTIFS

La théorie du projet (*design theory*) englobe toutes les phases de la conception d'un produit, de son cahier des charges à la gamme de fabrication. Ce cours vise à fournir aux étudiants une méthodologie de "construction scientifique". Basé sur des exemples industriels, il permet aux étudiants de s'initier à la conception dans une optique CIM.

L'étudiant doit, à la fin du cours, avoir acquis les bases de la "construction scientifique".

CONTENU

- Introduction à la construction scientifique
- Approche rationnelle de la conception mécanique
 - 1) étude, analyse orientée conception,
 - 2) étude, création d'une méthode de conception rationnelle basée sur l'analyse précédente
 - 3) automatiser, création d'outils d'assistance à la conception (CAO),
- Présentation d'application de la théorie du projet :
 - * aux transmissions automatiques pour véhicules automobiles
 - * gammes d'usinage de tournage
- Présentation d'une réalisation industrielle (*KRONOS®*)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours avec exemples d'application et démonstrations sur stations de travail

DOCUMENTATION: Polycopiés "Introduction à la théorie du projet" et "Application de l'IS aux transmissions de puissance"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Systèmes de CFAO, Concept. des systèmes, Gestion de production, Conception des machines-outils

Préalable requis:

Préparation pour: Projets 8ème semestre et de diplôme

Titre : CONCEPTION DES MACHINES-OUTILS II						
Enseignant : François PRUVOT, professeur EPFL/DGM, Pierre PAHUD, chargé de cours						
Heures totales : 40		Par semaine: Cours 4		Exercices -		Pratique -
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Les objectifs sont exactement les mêmes que ceux du cours du même nom, du 7ème semestre. On étend la méthode aux autres organes d'une machine et on en fait la synthèse. L'étudiant doit, à la fin du cours, avoir acquis les bases de la "construction scientifique".

CONTENU

On continue l'analyse des différents organes principaux d'une machine :

- les glissières
- les bâtis
- les porte-outils
- un aperçu des autres organes de base (commande de puissance, commande d'avance).

On conserve la même méthode qui consiste à faire, s'il y a lieu, pour chaque organe :

- 1) une étude cinématique et fonctionnelle,
- 2) une étude statique,
- 3) une étude thermique,
- 4) une étude technologique permettant, à chaque fois, de dégager des solutions à tout problème identifié.

Sur les 4 heures de cours par semaine, 2 heures seront consacrées à l'étude de cas réels et comprendront l'analyse critique de machines existantes et d'une construction modifiée éliminant les défauts constatés. L'étudiant peut ainsi faire une synthèse que l'étude analytique ne permet pas. Il se familiarisera aussi avec les raisonnements qualitatifs en plus du raisonnement quantitatif habituel.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec nombreuses projections

DOCUMENTATION: Polycopiés Conception des Machines-outils Vol. 5, 6, 7

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Conception des Machines-outils I, 7ème sem.

Préparation pour: Travail théorique de diplôme.

Titre : COMMANDE DES MACHINES						
Enseignant : Jean-Dominique DECOTIGNIE, Professeur EPFL/DI						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices 0		Pratique 0
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Au terme du cours, l'étudiant aura acquis les principes et les particularités des systèmes de commande automatique des machines. Seront décrits les machines à axes commandés et les machines à opérations séquentielles. L'étudiant connaîtra les principaux langages de commande et de programmation des machines.

CONTENU

1. Introduction et problématique de la production automatisée
2. La commande et son environnement
3. Fonctions et architecture des commandes
4. La commande des mouvements - interpolation et correction d'outil
5. La programmation
6. La commande des séquences - automates programmables
7. La communication - réseaux locaux industriels
8. La conception des logiciels

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec exercices intégrés au cours
DOCUMENTATION : Notes polycopiées et livres de référence

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Informatique temps réel, Réglage automatique, Informatique industrielle
Préparation pour: Conception de systèmes

Titre : CONCEPTION DE SYSTEMES						
Enseignant : Jean-Pierre van GRIETHUYSEN, chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 20		Par semaine: Cours 2 Exercices - Pratique -				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

L'étudiant devra être capable de formuler le cahier des charges d'un système de fabrication; de définir le type de système de fabrication à mettre en oeuvre en fonction du produit. On aura mis en évidence l'importance de la disponibilité d'un système de fabrication et de ses corollaires : la qualité des produits fabriqués et la maintenance du système de fabrication.

CONTENU

1. L'automatisation : les systèmes de fabrication
2. Fonctionnement d'un système de fabrication : les niveaux hiérarchiques
3. Les composants des systèmes flexibles de fabrication
4. Fiabilité mécanique et pannes
5. Formes, dimensions et tolérances
6. Robots industriels
7. Commande des systèmes de fabrication

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, augmenté de présentation de cas réels
DOCUMENTATION : Cours photocopié *Automates industriels*

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : projets de semestre et diplôme

Titre : SYSTÈMES D'IAO						
Enseignant : Michel PORCHET, professeur EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices -		Pratique -
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Ce cours vise à montrer les possibilités et limites de l'aide de l'ordinateur dans les phases préliminaires d'une étude. Des méthodes de modélisation de la géométrie et de la cinématique seront examinées. Les problèmes de modélisation fonctionnelle seront abordés. A la fin du cours, l'étudiant sera capable, face à un problème donné, d'élaborer une stratégie cohérente de mise en oeuvre des outils "AO" dans le cadre d'un projet.

CONTENU

- modélisation et formalisation en conception mécanique
- modèles géométriques et modèles fonctionnels
- le potentiel de l'ingénierie à base de connaissance
- un système conforme à l'état de l'art (IDEAS SDRC)
- problèmes de l'ingénierie simultanée

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: cours et exercices

DOCUMENTATION: photocopié et livre sur IDEAS

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Conception des machines

Préparation pour: Systèmes de CFAO

Titre : GESTION DE PRODUCTION						
Enseignant : VACAT						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices 0		Pratique 0
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Familiariser les étudiants avec les concepts classiques et modernes de gestion de la production: MRP I, MRP II, production à flux tendu, changement rapide de fabrication,...

Mettre en évidence l'importance de l'analyse des systèmes de production, de la gestion des flux d'informations, de la gestion de la qualité.

CONTENU

1. Introduction à la gestion de production (notion de système; approche typologique)
2. La gestion de PROJET
3. La gestion des données techniques (articles, nomenclatures, gammes, ressources)
4. La planification de la production (niveaux de planification)
 - Plan Industriel et Commercial
 - Plan Directeur de Production
 - Calcul des besoins et planification des charges
 - Lancement, approvisionnement, ordonnancement, suivi de production (le MRP classe A; les défauts du MRP)
5. Algorithmes associés aux niveaux de planification
 - Les prévisions de vente
 - La détermination de la taille des lots
 - La gestion des stocks
 - L'organisation du travail
 - Les politiques d'ordonnancement
6. La gestion de production moderne
 - La méthode OPT
 - Les méthodes modernes : productivité et flexibilité
 - La philosophie japonaise
 - La fabrication en "juste-à-temps"
 - Les méthodes organisationnelles
 - La production "au plus juste"
7. Productique et CIM

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: ex cathedra, sous forme de chapitres choisis, augmentés de présentation de cas réels

DOCUMENTATION: notes polycopiées et livres de référence

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour: projets de semestre et diplôme

Titre : METHODES D'OPTIMISATION POUR LA PRODUCTION ET LA MECANIQUE							
Enseignant : Alain PRODON, chargé de cours, EPFL/DMA							
Heures totales : 20		Par semaine: Cours 2		Exercices 0		Pratique 0	
Destinataires et contrôle des études					Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie mécanique IMP	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

OBJECTIFS

Donner aux étudiants la pratique d'outils d'optimisation mathématique applicables à la gestion de production (quelques heures concerneront aussi la mécanique des structures)

CONTENU

1. Méthodes linéaires

- Programmation linéaire et méthode du simplexe
application à des problèmes de planification de production, d'ordonnement de projet et de gestion de convoyeurs
- Optimisation en nombres entiers
application à la gestion d'outils et au groupement technologique
- Programmation dynamique
application à la gestion de stocks et au choix d'investissements

2. Méthodes combinatoires

- Méthode Tabou, Recuit Simulé, algorithmes génétiques
application à des problèmes d'ordonnement de type flow shop et job shop avec ou sans gestion d'outils
- Méthodes heuristiques
application à la gestion automatisée de systèmes de production

3. Méthodes non linéaires

- application à des problèmes de distribution et de planification de production
- application à des problèmes de structures de machine

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: ex cathedra, cours avec exercices intégrés au cours

DOCUMENTATION: notes photocopées et livres de référence

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour: projets de semestre et diplôme

Titre : THERMOMECHANIQUE ET PREVENTION DES DEFAILLANCES						
Enseignant : Heinz BARGMANN, chargé de cours EPFL/DGM						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices -		Pratique -
Destinataires et contrôle des études				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Prédire la résistance, stabilité et durée de vie des structures (poutres, plaques et coques) soumises aux sollicitations mécaniques et thermiques et prévenir ainsi des défaillances.

CONTENU

I. Principes de la thermomécanique

Bilans de masse, des quantités de mouvement, de l'énergie, principe de la production d'entropie. Etat des déformations. Etat des contraintes. Relations constitutives.

II. Elasticité

Solide de HOOKE. Théorie générale. Exemples: ressort à lame mince; cube comprimé.

III. Théorie de l'élasticité linéarisée

Les équations de base. Exemple: poutre courbe en flexion.

IV. Plaques circulaires

Introduction. Disque tournant. Plaque circulaire fléchie de manière axisymétrique.

V. Coques axisymétriques

Généralités. Conditions d'équilibre. Déformations. Résultantes. Solution approchée: état des contraintes de "membrane". Contraintes de "flexion". Exemples: tube sous pression intérieure; coque sphérique sous pression intérieure, en rotation par rapport à un diamètre; récipient cylindrique contenant un liquide; coque torique.

VI. Thermoélasticité

Les équations de base. Exemples: poutre droite; cadre; plaque circulaire; plaque rectangulaire; flambage thermique d'une plaque rectangulaire; flottement. Fissuration sous choc thermique surfacique et massique.

VII. Viscoélasticité linéaire

Les équations de base. Effets thermiques. Exemples: fluage du fluide de MAXWELL; fluage du solide de KELVIN; relaxation des contraintes. L'analogie élasto-viscoélastique.

VIII. Viscoélasticité non linéaire

Les équations de base. Effets thermiques. Exemples: flambage par fluage; rupture par fluage.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exemples et exercices

DOCUMENTATION : notes polycopiées, fascicules divers

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Résistance des matériaux I

Préparation pour :

Titre : METHODES NUMERIQUES EN MECANIQUE DES SOLIDES							
Enseignant : Alain CURNIER, chargé de cours EPFL/DGM							
Heures totales : 40		Par semaine: Cours 4		Exercices -		Pratique -	
Destinataires et contrôle des études						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie mécanique		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Orientation IMP.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

OBJECTIFS

S'initier aux trois méthodes d'analyse numérique les plus couramment utilisées en dynamique non linéaire des solides déformables.

CONTENU

- 1. Problème «modèle» de la barre**
Rappels de dynamique non linéaire du solide (grandes déformations, plasticité) simplifiée à une dimension. Importance du principe des travaux virtuels.
- 2. Discrétisation spatiale**
Révision de la *méthode des éléments finis* (de Galerkin). Addition des termes non linéaires et d'inertie.
- 3. Traitement des non-linéarités**
Adaptation de la *méthode des itérations linéaires* (de Newton et variantes) aux grandes déformations.
- 4. Intégration dans le temps**
Spécialisation de la *méthode des différences finies* (de Newmark) à la résolution des équations de la dynamique des structures.
- 5. Combinaison des trois méthodes**
Description de l'algorithme global et discussion de sa programmation.
- 6. Solide en deux et trois dimensions**
Généralisation des techniques précédentes à des problèmes plans, axi-symétriques et tri-dimensionnels.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices et projets (faisant appel à l'ordinateur)

DOCUMENTATION : Livre PPUR

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique des solides déformables, Méthode des éléments finis.

Préparation pour :

Titre : PROJET DE L'ORIENTATION I (IMP)						
Enseignant : Michel DEL PEDRO, Michel PORCHET, François PRUVOT, Georges SPINLER, Nicolas XENOPHONTIDIS, Dominique BONVIN, Roland LONGCHAMP, professeurs EPFL/DGM						
Heures totales : 90 (60)		Par semaine: Cours - Exercices - Pratique 6 (4)				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie mécanique IMP	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Génie mécanique IFE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS

Au cours de la quatrième année, l'étudiant exploitera les méthodes des cours suivis pour traiter un problème pratique en effectuant deux projets de l'orientation IMP, hiver et été. Les thèmes de ces projets sont choisis parmi les activités de recherche et de développement soit de l'IMECO (Institut de Mécanique appliquée et de construction des machines), soit de l'IA (Institut d'Automatique), en fonction des cours choisis. Au total, un tiers environ du travail est de nature expérimentale.

Domaines d'activités de l'IMECO

- Mécanique des solides, des contacts et des structures
- Biomécanique
- Analyses de fiabilité
- Conception et calcul des organes de machines
- Conception et calcul des structures des machines
- Conception et commande des machines-outils
- Conception assistée par ordinateur, développement et utilisation de systèmes
- Productique

Domaines d'activités de l'IA

- Réglage adaptatif, robuste et flou
- Réglage non linéaire avec applications aux robots
- Identification des systèmes dynamiques
- Modélisation et conduite de processus industriels

Remarques

- Le projet de l'orientation IMP-hiver est proposé *en option* aux étudiants de l'orientation IFE avec un total semestriel de 60 h. (au lieu de 90 h. pour IMP).
- Le projet de l'IA est valable comme projet de l'autre orientation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : travail personnel guidé, en laboratoire et salle de projets

DOCUMENTATION : photocopiés et bibliothèques de l'IMECO et de l'IA

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Ensemble des cours de la 3ème année

Préparation pour :

Titre : PROJET DE L'ORIENTATION II (IMP)							
Enseignant : Michel DEL PEDRO, François PRUVOT, Georges SPINLER, Nicolas XENOPHONTIDIS, Dominique BONVIN, Roland LONGCHAMP, professeurs EPFL/DGM							
Heures totales : 150		Par semaine: Cours - Exercices - Pratique 15					
Destinataires et contrôle des études						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie mécanique IMP	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

OBJECTIFS

Au cours de la quatrième année, l'étudiant exploitera les méthodes des cours suivis pour traiter un problème pratique en effectuant deux projets de l'orientation IMP, hiver et été. Les thèmes de ces projets sont choisis parmi les activités de recherche et de développement soit de l'IMECO (Institut de Mécanique appliquée et de construction des machines), soit de l'IA (Institut d'Automatique), en fonction des cours choisis. Au total, un tiers environ du travail est de nature expérimentale.

Domaines d'activités de l'IMECO

- Mécanique des solides, des contacts et des structures
- Biomécanique
- Analyses de fiabilité
- Conception et calcul des organes de machines
- Conception et calcul des structures des machines
- Conception et commande des machines-outils
- Conception assistée par ordinateur, développement et utilisation de systèmes
- Productique

Domaines d'activités de l'IA

- Réglage adaptatif, robuste et flou, identification des systèmes
- Réglage non linéaire avec applications aux robots
- Systèmes dynamiques à événements discrets
- Conduite des processus industriels

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : travail personnel guidé, en laboratoire et salle de projets

DOCUMENTATION : photocopiés et bibliothèques de l'IMECO et de l'IA

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Orientation IMP du 7ème semestre.

Préparation pour : --

<i>Titre :</i> PROJET HTE						
<i>Enseignant :</i> Marcel-Lucien GOLDSCHMID, professeur EPFL/CPD						
<i>Heures totales :</i> 50		<i>Par semaine:</i> Cours		<i>Exercices</i>		<i>Pratique</i> 2
<i>Destinataires et contrôle des études</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Génie mécanique	7+8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBJECTIFS**CONTENU**

Travail personnel en relation avec le cours HTE

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:**DOCUMENTATION:****LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Préalable requis:

Préparation pour: