

**ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE
DE LAUSANNE**

SECTION DE MECANIQUE

LIVRET DES COURS

ANNEE ACADEMIQUE 1987-1988

ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE

SECTION DE MECANIQUE

LIVRET DES COURS

Année académique 1987-88

TABLE DES MATIERES

	Page
Liste des cours	
- classés selon le nom des enseignants	I
- classés par année d'études:	
1ère année, semestres 1 et 2	V
2e année, semestres 3 et 4	V - VI
3e année, semestres 5 et 6	VI
4e année, semestres 7 et 8	VII- X
Plan d'études et Règlements d'application du contrôle des études de la Section de Mécanique	XI
Résumés des cours	de 1 à 116

Liste des cours classés selon le nom des enseignants

<u>Enseignants</u>	<u>Cours</u>	<u>Semestres</u>	<u>Pages</u>
Arbenz	Mathématiques (répétition)	1	65
Antonescu	Introduction à l'infographie (avec Heiniger)	2	47
Avellan	Cavitation	8	72
	Turbulence des écoulements incompressibles	8	78
Barmaverain	Eléments de construction I (avec Heiniger)	2	45
	Eléments de construction II	3	46
	Projet de construction de machines (avec Porchet, Spinnler, Heiniger)	5 et 6	50-51
Batato	Thermodynamique et Energétique	3 et 4	34-35
Benoit	Physique générale, TP	3	20
Bölcs	Transfert de chaleur et de masse (avec Gianola)	5	36
	Turbomachines thermiques	7 et 8	81-82
	Chapitres choisis en turbomachines thermiques	8	88
	Projet de thermique I et II (avec Gianola)	7 et 8	103-104
	Laboratoire d'énergétique et de thermique (avec Gianola, Tastavi)	7 et 8	111-112
Buser	Géométrie I, II	1 et 2	10-11
Chatelain A.	Mécanique générale I,II	1 et 2	16-17
Conférenciers	Chapitres choisis d'hydraulique	8	75
Coray	Programmation I,II	1 et 2	12-13
Corbat	Moteurs à combustion interne	7 et 8	79-80
Cuendet	Economie d'entreprise I et II	3 et 4	61-62
Curnier	Méthodes de calcul en mécanique des solides	7	98
Decotignie	Commande des machines (avec Mulkens)	8	93
	Conception de systèmes (avec Mulkens)	8	94
Del Pedro	Résistance des matériaux I,II	3 et 4	38-39
	Mécanique appliquée I,II	5 et 6	40-41
	Projet de mécanique appliquée I,II (avec Porchet, Pruvot, Xenophontidis)	7 et 8	105-106
Descloux	Analyse numérique	4	6
Drotz	Méthodes numériques en mécanique des fluides	7	77
Fransson	Mesures thermiques	8	89

<u>Enseignants</u>	<u>Cours</u>	<u>Semestres</u>	<u>Pages</u>
Gianola	Transfert de chaleur et de masse (avec Bölcs)	6	37
	Énergétique	7	83
	Énergétique du bâtiment	7	84
	Projet de thermique I et II (avec Bölcs)	7 et 8	103-104
	Laboratoire d'énergétique et de thermodynamique (avec Bölcs, Tastavi)	7 et 8	111-112
Gmür	Méthode des éléments finis	6	42
Goldschmid	Cours HTE : Psychologie du travail	5 et 6	63-64
	Projet HTE	7 et 8	115-116
Heiniger	Éléments de construction I,II (avec Barmaverain)	2 et 3	45-46
	Introduction à l'infographie (avec Antonescu)	2	47
	Projet de construction de machines (avec Spinnler, Porchet, Barmaverain)	5 et 6	50-51
	Métrologie générale (avec Spinnler)	6	53
Helbling	Probabilité et statistique	3	9
Henry	Machines hydrauliques II	8	67
	Similitude, effets d'échelle	7	76
	Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides (avec Mocafico, Ryhming)	7 et 8	101-102
	Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides (avec Mocafico, Ryhming)	7 et 8	113-114
Hersch	Informatique en temps réel (avec Mange)	1	54
	Informatique industrielle	5	55
Ilschner	Métallurgie générale	2	22
	Métallurgie générale TP	3	23
	Formage des matériaux	3	43
	Mécanique des déformations et de la rupture	7	95
Jacquot	Mesure des déformations	8	108
Javet	Chimie appliquée (avec Plattner et Lerch)	1	21
	Procédés thermiques industriels	8	85
Jufer	Electrotechnique	4	25
	Machines et installations électriques I,II	5 et 6	27-28

III

<u>Enseignants</u>	<u>Cours</u>	<u>Semestres</u>	<u>Pages</u>
Kohler	Transmissions électrohydrauliques	8	97
Kurz	Introduction à la science des matériaux	1	24
Lerch	Chimie appliquée (avec Javet et Plattner)	1	21
Liebling	Algèbre linéaire I, II	1 et 2	7-8
Longchamp	Réglage automatique III	7	99
	Projet d'automatique	7	107
Mange	Informatique en temps réel (avec Hersch)	1	54
Marcuard	Simulation I	7	100
Martin	Physique générale I,II	2 et 3	18-19
Mocafico	Hydraulique I,II	5 et 6	32-33
	Machines hydrauliques I	7	66
	Installations hydrauliques	8	69
	Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides (avec Henry, Ryhming)	7 et 8	101-102
	Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides (avec Henry, Ryhming)	7 et 8	113-114
Mulken	Commande des machines (avec Decotignie)	7	93
	Conception de systèmes (avec Decotignie)	8	94
Pflug	Photoélasticité	7	109
	Moirés	8	110
Plattner	Chimie appliquée (avec Javet et Lerch)	1	21
Porchet	Systèmes de CFAO	8	92
	Projet de construction de machines (avec Spinnler, Barmaverain, Heiniger)	5 et 6	50-51
	Projet de mécanique appliquée I,II (avec Del Pedro, Pruvot, Xenophontidis)	7 et 8	105-106
Prénat	Régimes transitoires dans les installations hydrauliques	7	68
Pruvot	Usinage des métaux	4	44
	Machines-outils et automates	7 et 8	90-91
	Transmissions hydromécaniques	8	96
	Projet de mécanique appliquée I,II (avec Del Pedro, Porchet, Xenophontidis)	7 et 8	105-106
Rahali	Electronique	5	26
Rappaz	Analyse III, IV	3 et 4	3-4
Rapin	Eléments de programmation avancée I,II	3 et 4	14-15
Roch	Réglage automatique I,II	4 et 5	56-57
	Réglage automatique	6	58

IV

<u>Enseignants</u>	<u>Cours</u>	<u>Semestres</u>	<u>Pages</u>
Rusconi	Droit I,II	5 et 6	59-60
Ryhming	Mécanique des fluides I,II,III	4, 5 et 6	29-30-31
	Mécanique des fluides industriels I,II	7 et 8	70-71
	Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides (avec Henry, Mocafico)	7 et 8	101-102
	Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides (avec Henry, Mocafico)	7 et 8	113-114
Spinnler	Construction des machines	4 et 5	48-49
	Projet de construction des machines (avec Porchet, Barmaverain, Heiniger)	5 et 6	50-51
	Métrologie générale (avec Heiniger)	5 et 6	52-53
Stuart	Analyse I,II	1 et 2	1-2
	Analyse fonctionnelle	5	5
Tastavi	Systèmes de chauffage et réfrigération	8	86
	Chapitres choisis en énergétique	7	87
	Laboratoire d'énergétique et de thermique (avec Böls, Gianola)	7 et 8	111-112
Truong	Mesures hydrauliques	7 et 8	73-74
Xenophontidis	Projet de mécanique appliquée I,II (avec Del Pedro, Pruvot, Porchet)	7 et 8	105-106

Liste des cours classés par année d'études

<u>Cours</u>	<u>Enseignants</u>	<u>Page</u>
<u>Première année - Premier semestre</u>		
Analyse I	Stuart	1
Algèbre linéaire I	Liebling	7
Géométrie I	Buser	10
Programmation I	Coray	12
Mécanique générale I	A. Châtelain	16
Chimie appliquée	Lerch/Plattner/Javet	21
Introduction à la science des matériaux	Kurz	24
Informatique en temps réel	Mange/Hersch	54
Mathématiques (répétition)	Arbenz	65
<u>Première année - Deuxième semestre</u>		
Analyse II	Stuart	2
Algèbre linéaire II	Liebling	8
Géométrie II	Buser	11
Programmation II	Coray	13
Mécanique générale II	A. Châtelain	17
Physique générale I	Martin	18
Métallurgie générale	Ilchner	22
Eléments de construction I	Barmaverain/Heiniger	45
Introduction à l'infographie	Heiniger/Antonescu	47
<u>Deuxième année - Troisième semestre</u>		
Analyse III	Rappaz	3
Probabilité et statistique	Helbling	9
Eléments de programmation avancée	Rapin	14
Physique générale II	Martin	19
Physique générale TP	Benoit/Kocian/Riesen	20
Métallurgie générale TP	Ilchner	23
Thermodynamique et Energétique	Batato	34
Résistance des matériaux I	Del Pedro	38
Formage des matériaux	Ilchner	43
Eléments de construction II	Barmaverain/Heiniger	46
Construction des machines	Spinnler	48
Economie d'entreprise I	Cuendet	61

<u>Cours</u>	<u>Enseignants</u>	<u>Page</u>
<u>Deuxième année - Quatrième semestre</u>		
Analyse IV	Rappaz	4
Analyse numérique	Desclooux	6
Eléments de programmation avancée	Rapin	15
Electrotechnique	Jufer	25
Mécanique des fluides I	Ryhming	29
Thermodynamique et Energétique	Batato	35
Résistance des matériaux II	Del Pedro	39
Usinage des métaux	Pruvot	44
Construction des machines	Spinnler	48
Réglage automatique I	Roch	56
Economie d'entreprise II	Cuendet	62
<u>Troisième année - Cinquième semestre</u>		
Analyse fonctionnelle	Stuart	5
Electronique	Rahali	26
Machines et install. électriques I	Jufer	27
Mécanique des fluides II	Ryhming	30
Hydraulique I	Mocafico	32
Transfert de chaleur et de masse	Bölcs	36
Mécanique appliquée I	Del Pedro	40
Construction des machines	Spinnler	49
Projet de construction de machines	Spinnler/Porchet/ Barmaverain/Heiniger	50
Métrologie générale	Spinnler	52
Informatique industrielle	Hersch	55
Régage automatique II	Roch	57
Droit I	Rusconi	59
Cours HTE : Psychologie du travail	Goldschmid	63
<u>Troisième année - Sixième semestre</u>		
Machines et install. électriques II	Jufer	28
Mécanique des fluides III	Ryhming	31
Hydraulique II	Mocafico	33
Transfert de chaleur et de masse	Gianola	37
Mécanique appliquée II	Del Pedro	41
Méthode des éléments finis	Gmür	42
Projet de construction de machines	Spinnler/Porchet/ Barmaverain/Heiniger	51
Métrologie générale	Spinnler/Heiniger	53
Régage automatique, applications	Roch	58
Droit II	Rusconi	60
Cours HTE : Psychologie du travail	Goldschmid	64

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

Pour la 4^{ème} année (7^e et 8^e semestres), l'étudiant doit choisir une orientation caractérisée par un ensemble coordonné de cours, de projets et de laboratoires. Les orientations offertes en 1987-88 sont :

Hydraulique et mécanique des fluides	- HY
Thermique	- TH
Mécanique appliquée	- ME

En plus, au 7^{ème} semestre, l'étudiant choisit, dans une autre orientation, une option constituée par un ensemble de cours et de projets pour un total de 120 heures. Les choix possibles en 1987-88 sont les suivants :

Dans l'orientation Hydraulique et Mécanique des fluides:

- Machines hydrauliques (cours 4 h; projets 4 h)
- ou - Régimes transitoires
et
- Méthodes numériques en mécanique des fluides
(cours 3 h* + 2h; projets 4 h) (* exception)

Dans l'orientation Thermique:

- Turbomachines thermiques (cours 4 h; projets 4 h)
- ou - Moteurs à combustion interne
et
Chapitres choisis en énergétique (cours 2 h + 2 h;
projets 4 h).

Dans l'orientation Mécanique appliquée:

- Machines-outils et automates (cours 4h; projets 4 h)
- ou Méthodes de calcul en mécanique des solides
(cours 4 h; projets 4 h).

L'automatique constitue également une option:

- Réglage automatique III
et
Simulation (cours 2h + 2 h; projets 4 h)

Dans les listes ci-après, les matières des options sont marquées d'un astérisque (*)

VIII

<u>Cours</u>	<u>Enseignants</u>	<u>Page</u>
--------------	--------------------	-------------

Quatrième année - Septième semestreOrientation Hydraulique - HY

(*) Machines hydrauliques I	Mocafico	66
(*) Régimes transitoires dans les installations hydrauliques	Prénat	68
Mécanique des fluides industriels I	Ryhming	70
Mesures hydrauliques	Truong	73
Similitude, effets d'échelle	Henry	76
(*) Méthodes numériques en mécanique des fluides	Drotz	77
(*) Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides	Henry/Ryhming/Mocafico	101
Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides	Henry/Ryhming/Mocafico	113
Cours "Option"		
Projet "Option"		
Photoélasticité	Pflug	109
Projet HTE	Goldschmid	115

Orientation Thermique - TH

Mécanique des fluides industriels	Ryhming	70
(*) Moteurs à combustion interne	Corbat	79
(*) Turbomachines thermiques	Bölcs	81
Energétique	Gianola	83
Energétique du bâtiment	Gianola	84
Chapitres choisis en énergétique	Tastavi	87
(*) Projet de thermique I	Gianola/Bölcs	103
Laboratoire d'énergétique et de thermique	Bölcs Gianola/Tastavi	111
Cours "Option"		--
Projet "Option"		--
Photoélasticité	Pflug	109
Projet HTE	Goldschmid	115

<u>Cours</u>	<u>Enseignants</u>	<u>Page</u>
<u>Orientation Mécanique appliquée - ME</u>		
(*) Machines-outils et automates	Pruvot	90
Commande des machines	Mulkens/Decotignie	93
Mécanique des déformations et de la rupture	Ilchner	95
Transmissions hydromécaniques	Pruvot	96
Méthode de calcul en mécanique des solides	Curnier	98
(*) Projet de mécanique appliquée I	Del Pedro/Porchet/ Pruvot/Xenophontidis	105
Cours "Option"		
Projet "Option"		
Photoélasticité	Pflug	109
Projet HTE	Goldschmid	115

Orientation Automatique

(*) Réglage automatique III	Longchamp	99
(*) Simulation I	Marcuard	100
(*) Projet d'Automatique	Longchamp	107

<u>Cours</u>	<u>Enseignants</u>	<u>Page</u>
<u>Quatrième année - Huitième semestre</u>		
<u>-Orientation Hydraulique - HY</u>		
Machines Hydrauliques II	Henry	67
Installation hydrauliques	Mocafico	69
Mécanique des fluides industriels II	Ryhming	71
Cavitation	Avellan	72
Mesures hydrauliques	Truong	74
Chapitres choisis d'hydraulique	Conférenciers	75
Turbulence des écoulements incompressibles	Avellan	78
Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides	Henry/Ryhming/ Mocafico	102
Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides	Henry/Ryhming/ Mocafico	114
Moirés	Pflug	110
Mesures des déformations	Jacquot	108
Projet HTE	Goldschmid	116
<u>Orientation Thermique - TH</u>		
Moteurs à combustion interne	Corbat	80
Turbomachines thermiques	Bölcs	82
Procédés thermiques industriels	Javet	85
Systèmes de chauffage et réfrigération	Tastavi	86
Chapitre choisis en turbomachines thermiques	Bölcs	88
Mesures thermiques	Fransson	89
Projet de thermique II	Bölcs/Gianola	104
Laboratoire d'énergétique et de thermique	Bölcs/Gianola/ Tastavi	112
Moirés	Pflug	110
Mesures des déformations	Jacquot	108
Projet HTE	Goldschmid	116
<u>Orientation Mécanique appliquée - ME</u>		
Machines-outils et automates	Pruvot	91
Systèmes de CFAO	Porchet	92
Conception de systèmes	Mulkens/Decotignie	94
Transmissions électrohydrauliques	Kohler	97
Projet de mécanique appliquée II	Del Pedro/Porchet	106
Moirés	Pruvot/Xenophontidis	110
Mesures des déformations	Pflug	110
Projet HTE	Jacquot	108
	Goldschmid	116

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Ecublens

1015 Lausanne

Plan d'études

de la Section de Mécanique

arrêté par le CEPF le 20 mai 1987 en vertu de l'article 7, 3^e alinéa
de l'ordonnance sur le CEPF du 16 novembre 1983¹⁾

¹⁾ RS 414.110.3

valable seulement
pour l'année académique 1987/88

MÉCANIQUE

SEMESTRE	Les noms sont indiqués sous réserve de modification		1			2			3			4			5			6			
Matière	Enseignants		c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	
Analyse I, II	Stuart	DMA	4	4		4	4														200
Analyse III, IV	Rappaz	DMA							3	2		2	2								115
Analyse fonctionnelle	Stuart	DMA													2	1					45
Analyse numérique	Descloux	DMA										2	1								30
Algèbre linéaire I, II	Liebling	DMA	2	1		2	1														75
Probabilité et statistique	Heibling	DMA							2	1											45
Géométrie I, II	Buser	DMA	2	1		2	1														75
Programmation I, II	Coray	DMA	2		2	2		2													100
Éléments de programmation avancés	Rapin	DMA							1		2	1		2							75
Mécanique générale I, II	Chatelain A.	DP	3	2		2	2														115
Physique générale I, II	Martin J.-L.	DP				4	2		3	2											135
TP de physique générale	Benoit	DP									2										30
Chimie appliquée	Lerch/Plattner/Javet	DC	3	1																	60
Métallurgie générale	Ilachner	DMX				4					2										70
Introduction à la science des matériaux	Kurz	DMX	3																		45
Electrotechnique	Jufer	DE										2									20
Electronique	Rahali	DE													2	1					45
Machines et installations électriques I, II	Jufer	DE													2	1		2		2	85
Mécanique des fluides I, II, III	Ryhming	DME										4			3			4			125
Hydraulique I, II	Mocafico	DME													2			2			60
Thermodynamique et Energétique	vacat	DME							4	1		3	1								115
Transfert de chaleur et de masse	Bóics + Gianola	DME													2			2		2	70
Résistance des matériaux I, II	Del Pedro	DME							3	2		3	2								125
Mécanique appliquée I, II	Del Pedro	DME													2	2		2	2		100
Méthode des éléments finis	Gmür	DME																3	1		40
Formage des matériaux	Ilachner	DMX								2											30
Usinage des métaux	Pruvot	DME										3									30
Éléments de construction I	Barnavaeran/Heiniger	DME				1		2													30
Éléments de construction II	Barnavaeran/Heiniger	DME							1		3										60
Introduction à l'infographie	Antonescu/Heiniger	DME				3															30
Construction des machines	Spinnler	DME									3			4							90
Projet de construction des machines	Spinnler/Porchet/Barnavaeran/Heiniger	DME															3			6	105
Métrologie générale	Spinnler + Spinnler/Heiniger	DME													1*				3		45
Informatique temps réel	Mange/Hersch	DE	2		3																75
Informatique industrielle	Hersch	DE													1		2				45
Réglage automatique I, II	Roch	DME										3	1		2	1					85
Réglage automatique applications	Roch	DME																2			20
Enseignement non technique																					
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)			(2)															(50)
Droit I, II	Rusconi	DME													2			2			50
Economie d'entreprise I, II	Cuendet	DE							2			2									50
HTE	Goldschmid	DME													2			2			50
Mathématiques (répétition)	Arbenz	DMA	(2)																		(30)
Stage industriel obligatoire avant l'entrée en 3 ^e année (durée 6 semaines)																					
Conseillers d'études																					
1 ^{re} année: Prof. R. Longchamp																					
2 ^e année: Prof. U. Mocafico																					
3 ^e année: Prof. A. Bóics																					
4 ^e année: Prof. L. Borel																					
Diplômés: Prof. A. Roch																					
Président de la commission d'enseignement:																					
Prof. M. Porchet																					
Chef du Département:																					
Prof. P. Henry																					
Coordinateur HTE:																					
Prof. N. Xenophontidis																					
								</													

* 2h/semaine durant la 2^e moitié du semestre ¹¹ dès 88-89

c = cours e = exercices p = branches pratiques () = facultatif

SEMESTRE	Les noms sont indiqués sous réserve de modification		7									8								
			HY			TH			MA			HY			TH			MA		
			c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p
Matière	Enseignants																			
Machines hydrauliques I + II	Mocafico + Henry	DME	4			4			4			6								110
Régimes transitoires	Penet	DME	2			2			2											30
Installations hydrauliques	Mocafico	DME										2								20
Mécanique des fluides industriels I + II	Ryhmimg	DME	2			2						2	2							70
Cavitation	Avellan	DME										3								30
Mesures hydrauliques	Truong	DME	2									3								60
Chapitres choisis d'hydraulique	Conférenciers	UHD										1								10
Stabilité, effets d'échelle	Henry	DME	2																	30
Méthodes numériques en mécanique des fluides	Drotz	DME	2	1		2			2											45
Turbulences des écoulements incompressibles	Avellan	DME										3								30
Moteurs à combustion interne	Corbat	DME	2			2			2					2						50
Turbomachines thermiques	Bóica	DME	4			4			4					2	1					90
Energétique	vacat	DME				2														30
Energétique du bâtiment	Gianola	DME				2														30
Procédés thermiques industriels	Javet	DC												2						20
Systèmes de chauffage et réfrigération	Testavi	DME												2	1					30
Chapitres choisis en énergétique	Testavi	DME	2			2			2											30
Chapitres choisis en turbomachines thermiques	Bóica	DME														3				30
Mesures thermiques	Franzson	DME												2						20
Machines-outils et automates	Pruvot	DME	4			4			4								5			110
Systèmes de CFAO	Porchet	DME															3			30
Commande des machines	Mulkens/Decotignie	DME/DE							2	1										45
Conception de systèmes	Mulkens/Decotignie	DME/DE															2	2		40
Mécanique des déformations et de la rupture I	Ilischer	DMX							2											30
Transmissions hydromécaniques	Pruvot								2											30
Transmissions électrohydrauliques	Ch. Kohler	DME															3	1		40
Méthodes de calcul en mécanique des solides	Curnier	DME	4			4			4											60
Réglage automatique II	Longchamp	DME	2			2			2											30
Simulation I	Marcuard	DME	2			2			2											30
Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides	Henry/Ryhmimg/Mocafico	DME				7			4			6								165
Projet de thermique I, II	Bóica/Gianola	DME				4			6			4				12				210
Projet de mécanique appliquée I, II	Del Pedro/Portchet/Pruvot/Xenophontidis	DME				4			4			10							16	310
Projet d'automatique	Longchamp	DME				4			4			4								60
Mesures des déformations	Jacquot	DGC										(2)			(2)		(2)			(20)
Photoélasticité + Moiré	Pflug	DGC	(1)			(1)			(1)			(1)			(1)		(1)			(25)
Laboratoire d'énergétique et thermique	Bóica/Gianola/Testavi	DME							4							6				120
Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides	Henry/Mocafico/Ryhmimg	DME				3								6						105
Enseignement non technique																				
Projet HTE	Goldschmid	DME				2			2			2			2			2		50
L'étudiant choisit, pour les 7 ^e et 8 ^e semestres, une des trois orientations:																				
HY = Hydraulique et Mécanique des fluides																				
TH = Thermique																				
MA = Mécanique appliquée																				
En plus, au 7 ^e semestre, il doit choisir, dans une autre orientation, une des options suivantes (cours en italique):																				
HY: - Machines hydrauliques (cours 4 h., projet 4 h.)																				
ou - Régimes transitoires. Méthodes numériques en mécanique des fluides (cours 2 h. + 2 h., projet 4 h.)																				
TH: - Turbomachines thermiques (cours 4 h., projet 4 h.)																				
ou - Moteurs à combustion interne. Chapitres choisis en thermodynamique (cours 2 h. + 2 h., projet 4 h.)																				
MA: - Machines-outils et automates (cours 4 h., projet 4 h.)																				
ou - Méthodes de calcul en mécanique des solides (cours 4 h., projet 4 h.)																				
Il peut également choisir l'option réglage:																				
- Réglage automatique III																				
Simulation I																				
(cours 2 h. + 2 h., projet 4 h.)																				
</																				

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE DES ÉTUDES
DU DÉPARTEMENT DE MÉCANIQUE
(SECTION DE MÉCANIQUE)**

Séances d'examens Printemps 1988 Été 1988 Automne 1988

Le Conseil des Ecoles,

vu l'article 33 de l'ordonnance du contrôle des études du 2.7.1980"

arrête

Article premier

Le règlement suivant est applicable à la Section de Mécanique.

Article 2 - Examen propédeutique I

<i>Branches théoriques</i>	<i>coefficient</i>
1. Analyse I, II (écrit)	1
2. Analyse I, II (oral)	1
3. Algèbre linéaire I, II (écrit)	1
4. Mécanique générale I, II (écrit)	1
5. Introduction à la science des matériaux (écrit)	1
6. Métallurgie générale (oral)	1
7. Géométrie I, II (écrit)	1
8. Chimie appliquée (écrit)	1

Branches pratiques

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

Conditions de réussite:
moyenne des branches 1 à 8 $\geq 6,0$ et
moyenne des branches 1 à 11 $\geq 6,0$.

Article 3 - Examen propédeutique II

<i>Branches théoriques</i>	<i>coefficient</i>
1. Analyse III, IV (écrit)	1
2. Physique générale, I, II (écrit, oral)	1
3. Résistance des matériaux I, II (oral)	1
4. Formage des matériaux et Usinage des métaux (oral)	1
5. Thermodynamique et Energétique (oral)	1
6. Probabilité et Statistique et Analyse numérique (écrit)	1
7. Economie d'entreprise (oral)	1
8. Electrotechnique (oral)	1

Branches pratiques

9. TP de Physique générale (hiver)	1
10. Métallurgie générale, Laboratoire (hiver)	1
11. Eléments de programmation avancés (hiver + été)	1
12. Eléments de construction II (hiver)	1

Conditions de réussite:
moyenne des branches 1 à 8 $\geq 6,0$ et
moyenne des branches 1 à 12 $\geq 6,0$.

Article 4 - Promotion en 4^e année

<i>Branches théoriques - Session de printemps</i>	<i>coefficient</i>
1. Electronique I	1
2. Analyse fonctionnelle	1

Branches théoriques - Session d'été

3. Hydraulique I, II	1
4. Méthode des éléments finis	1
5. Construction des machines	1
6. Machines et installations électriques I, II	1
7. Réglage automatique I, II, applications	1
8. Droit, I, II	1

Branches pratiques

9. Projet de construction des machines (hiver)	1
10. Projets de construction des machines (été)	1
11. Métrologie générale laboratoire (été)	1
12. Machines et installations électriques I, II Laboratoire (hiver + été)	1
13. Informatique industrielle (hiver)	1
14. Transfert de chaleur et de masse (été)	1

Conditions de réussite:
moyenne des branches 1 à 8 $\geq 6,0$ et
moyenne des branches 9 à 14 $\geq 6,0$.

Article 5 - Admission à l'examen final

Orientation hydraulique (HY)

<i>Branches théoriques - Session de printemps</i>	<i>coefficient</i>
1. Similitude et effets d'échelle	1

Branches théoriques - Session d'été

2. Installations hydrauliques	1
3. Mesures hydrauliques	1
4. Turbulences des écoulements incompressibles	1

Branches pratiques

5. Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides (hiver)	1
6. Projet d'hydraulique et de mécanique des fluides (été)	1
7. Laboratoire d'hydraulique et de mécanique des fluides (hiver + été)	1
8. Projet option autre orientation (hiver)	1
9. Projet HTE (hiver + été)	1

Conditions de réussite:
moyenne des branches 1 à 4 $\geq 6,0$ et
moyenne des branches 5 à 9 $\geq 6,0$.

Orientation thermique (TH)

Branches théoriques - Session de printemps

1. Mécanique des fluides industriels	1
--------------------------------------	---

Branches théoriques - Session d'été

2. Moteurs à combustion interne	1
3. Systèmes de chauffage et de réfrigération	1
4. Mesures thermiques	1

Branches pratiques

5. Projet de thermique (hiver)	1
6. Projet de thermique (été)	1
7. Laboratoire de thermique (hiver + été)	1
8. Projet option autre orientation (hiver)	1
9. Projet HTE (hiver + été)	1

Conditions de réussite:
moyenne des branches 1 à 4 $\geq 6,0$ et
moyenne des branches 5 à 9 $\geq 6,0$.

Orientation mécanique appliquée (MA)

Branches théoriques - Session de printemps

1. Méthodes de calcul en mécanique des solides	1
--	---

Branches théoriques - Session d'été

2. Commande des machines et conception de systèmes	1
3. Transmissions hydromécaniques et transmissions électrohydrauliques	1

Branches pratiques

4. Projet de mécanique appliquée I (hiver)	1
5. Projet de mécanique appliquée II (été)	1
6. Projet option autre orientation (hiver)	1
7. Projet HTE (hiver + été)	1

Condition de réussite:
moyenne des branches 1 à 7 $\geq 6,0$.

Article 6 - Diplôme

Examen final (EF)

Branches théoriques communes à toutes les orientations

	<i>coefficient</i>
1. Mécanique des fluides I, II, III	1
2. Mécanique appliquée I, II	1
3. Transfert de chaleur et de masse	1

Branches théoriques selon les orientations

Orientation hydraulique (HY)

4. Machines hydrauliques et cavitation	1
5. Régimes transitoires et méthodes numériques en mécanique des fluides	1
6. Mécanique des fluides industriels	1
7. Option dans une autre orientation	1

Orientation thermique (TH)

- | | <i>coefficient</i> |
|--|--------------------|
| 4. Turbomachines thermiques et chapitres choisis en turbomachines thermiques | 1 |
| 5. Energétique du bâtiment et procédés thermiques industriels | 1 |
| 6. Energétique, chapitres choisis | 1 |
| 7. Option dans une autre orientation | 1 |

Orientation mécanique appliquée (MA)

- | | |
|--|---|
| 4. Machines-outils et automates | 1 |
| 5. Systèmes de CFAO | 1 |
| 6. Mécanique des déformations et de la rupture | 1 |
| 7. Option dans une autre orientation | 1 |

Option réglage automatique

- | | |
|---|---|
| 1. Réglage automatique III et Simulation I | 1 |
| Moyenne exigée pour se présenter au travail pratique $\geq 6,0$. | |

Travail pratique de diplôme

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

Une seule note est attribuée au TPD. La réussite du TPD implique l'obtention d'une note $\geq 6,0$.

La durée du travail pratique de diplôme est de deux mois.

Diplôme

La note de diplôme s'obtient en calculant la moyenne pondérée des notes EF + TPD.

Article 7 – Abrogation du droit en vigueur

Le Règlement spécial des épreuves de diplôme de la Section de Mécanique du 16 juillet 1970 est abrogé.

Article 8 – Entrée en vigueur

Le présent règlement entre en vigueur le 20 mai 1987.

Au nom du Conseil des Ecoles polytechniques fédérales:

Le président:

H. Ursprung

Le secrétaire:

J. Fülle

¹⁾ RS 414.132.2

Pour les autres dispositions, veuillez consulter l'ordonnance du contrôle des études

Titre : ANALYSE I						
Enseignant : C.A. STUART, professeur EPFL						
Heures total : 120		Par semaine : cours 4 Exercices 4 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie Civil	1	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Rural + G	1	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique	1	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux	1	☒	☐	☐	☒	☐

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

Notions de base: nombres réels et complexes, fonctions, limite, continuité, dérivée, intégrale.

Série de Taylor. Séries entières.

Equations différentielles et ordinaires.

Méthodes numériques.

Applications géométriques et mécaniques.

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

DOCUMENTATION : N. Piskounov: Calcul différentiel et intégral. Vol.1 et 2, Editions Mir, Moscou. J. Douchet et B. Zwahlen: Calcul différentiel et intégral, PPR.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ANALYSE II							
Enseignant : C.A. STUART. professeur EPFL							
Heures total : 80		Par semaine : cours 4 Exercices 4 Pratiques					
Destinataires et contrôle des études :				Branches			
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie Civil.....	2...	☒	☐	☐	☒	☐	
Génie Rural + G.....	2...	☒	☐	☐	☒	☐	
Mécanique.....	2...	☒	☐	☐	☒	☐	
Matériaux.....	2...	☒	☐	☐	☒	☐	

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

Dérivation partielle et différentiabilité des fonctions à plusieurs variables.
Formules de Taylor et ses applications.
Fonctions implicites.
Intégrales doubles et triples.
Applications géométriques et mécaniques.

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

DOCUMENTATION : N. Piskounov: Calcul différentiel et intégral. Vol.1 et 2, Editions Mir, Moscou. J. Douchet et B. Zwaalen: Calcul différentiel et intégral, PPR.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ANALYSE III						
Enseignant : Jacques RAPPAPZ, professeur						
Heures total : 75		Par semaine : cours 3		Exercices 2		Pratiques
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie civil	3	☒	☐	☐	☒	☐
Génie rural	3	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux	3	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique	3	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Fournir les notions principales du calcul différentiel et intégral; étude de fonctions à plusieurs variables.

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.
- . Equations différentielles, équations aux dérivées partielles du 2ème ordre.
- . Séries de Fourier.

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

DOCUMENTATION : N. Piskounov: Calcul différentiel et intégral. Vol.I et II, Ed.Mir, Moscou.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

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

Préparation pour :

Titre : ANALYSE IV						
Enseignant : Jacques RAPPAZ, professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie rural	4	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux	4	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique	4	☒	☐	☐	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- . Plan complexe, fonctions complexes: continuité, limite, dérivabilité, équations de Cauchy-Riemann.
- . 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 FONCTIONNELLE						
Enseignant : C.A. STUART, professeur EPFL						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	5.....	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etude des notions fondamentales d'analyse fonctionnelle nécessaires pour le traitement des équations aux dérivées partielles par des méthodes modernes telles que les éléments finis.

CONTENU

Espaces normés, espaces de Sobolev.
 Opérateurs; fonctionnelles et calcul différentiel dans un espace normé.
 Formulations faibles et variationnelles d'un problème.
 Convergence faible; opérateurs compacts; valeurs propres.
 Méthodes d'approximation.
 Applications aux équations de Laplace, des ondes, de la chaleur et aux équations d'élasticité et de la mécanique des fluides.

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

DOCUMENTATION : Selon liste distribuée en classe.

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse et algèbre linéaire du 1er cycle.

Préparation pour : Méthodes numériques en mécanique des fluides et élasticité.

Titre : ANALYSE NUMERIQUE						
Enseignant : Jean DESCLOUX, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie Civil	4	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Rural	4	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique	4	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Analyse, Algèbre linéaire, Programmation.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ALGÈBRE LINÉAIRE I

Enseignant : Prof. Th.M. LIEBLING, DMA

Heures total : 45

Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques

Destinataires et contrôle des études :

Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Génie civil.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐
Génie rural.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐
ETS	1er	X			X	

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Systèmes d'équations linéaires et algorithme de Gauss
- Eléments du calcul matriciel
- Inversion des matrices
- Espaces vectoriels
- Le calcul vectoriel dans $\mathbb{R}^3$
- Les déterminants
- Les produits scalaires généralisés et les approximations par la méthode des moindres carrés
- Eléments de la théorie des graphes.

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

DOCUMENTATION : Photocopie

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ALGÈBRE LINÉAIRE II						
Enseignant : Prof. Th.M. LIEBLING						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie civil.....	2e.	☒	☐	☐	☒	☐
Génie rural.....	2e.	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	2e.	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	2e.	☒	☐	☐	☒	☐
ETS	2e	☒			☒	

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Coordonnées et changements de base
- Les applications linéaires
- Les valeurs propres et les vecteurs propres
- Les quadriques
- La programmation linéaire et l'algorithme du simplexe.

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

DOCUMENTATION : Polycopié

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROBABILITE ET STATISTIQUE						
Enseignant : HELBLING J.M.						
Heures total :	45	Par semaine :	cours	2	Exercices	1 Pratiques
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie civil	3e	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Rural	3e	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique	3e	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	3e	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Probabilités : révision des notions de base
- Variables aléatoires : définition, moyenne, variance, covariance, corrélation
- Lois discrètes : rectangulaire, de Bernoulli, binomiale, hypergéométrique, de Poisson, géométrique
- Lois continues : normale, Gamma, chi-carré, F, t, théorème central limite, approximation de la loi binomiale par la loi normale
- Statistique descriptive : mesures descriptives, données bivariées, groupement de données
- Estimation : distributions d'échantillonnage, estimateurs heuristiques, sans biais, efficaces, estimateurs du maximum de vraisemblance, précision d'un estimateur, estimation par intervalle
- Tests d'hypothèses : erreurs de 1ère et 2ème espèces, puissance d'un test, test du chi-carré, ajustement à une loi théorique, test d'indépendance
- Ajustement : linéaire (moindres carrés), non linéaire.

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

DOCUMENTATION : cours polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : Statistique appliquée

Titre : GEOMETRIE I						
Enseignant : Peter BUSER, professeur EPFL/DMA						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie civil.....	..1..	☒	☐	☐	☒	☐
Génie rural.....	..1..	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	..1..	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique..	..1..	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Développer la vision spatiale. Résoudre des problèmes concrets à l'aide de la géométrie graphique et vectorielle. Maîtriser les bases de l'informatique graphique.

CONTENU

1. Géométrie vectorielle longueur, distance, droites, plans, produit scalaire, aire, volume etc.
2. Transformations du plan et de l'espace Isométries, affinités, construction graphique, formulation matricielle.
3. Axonométrie Construction en 3D, Formulation matricielle.
4. Eléments de l'infographie Implantation des chapitres 1.2.3 sur ordinateur, algorithme de visibilité. Perspective.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral et exercices

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Algèbre linéaire, Analyse, Introduction au langage graphique, Infographie, Photogrammétrie, Topographie.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : GEOMETRIE II						
Enseignant : Peter BUSER, professeur EPFL/DMA						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie civil.....	2...	☒	☐	☐	☒	☐
Génie rural.....	2...	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	2...	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	2...	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Développer la vision spatiale. Résoudre des problèmes concrets à l'aide de la géométrie graphique et différentielle. Maîtriser les bases de l'informatique graphique.

CONTENU

- | | |
|-----------------------------|--|
| 5. Courbes et surfaces | Paramétrage des courbes et des surfaces dans l'espace. Approximation polynôme. Vecteur tangents, plans tangents. Surfaces réglées, surfaces de révolution. |
| 6. Splines | Courbes de 3 ^e degré, implantation sur l'ordinateur, conditions de recollement, courbes de Bézier. Algorithme de recollement. |
| 7. Surfaces splines | Surfaces de 3 ^e degré, implantation sur l'ordinateur, représentation graphique. |
| 8. Géométrie différentielle | Repère de Frenet, courbure, torsion, première et deuxième forme fondamentale. |

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROGRAMMATION I						
Enseignant : Prof. Giovanni CORAY, DPA						
Heures total : 60 (90*)		Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques 2*				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Informatique.....	1er*	☒	☐	☐	☒	☒
Mathématiciens.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐
Physiciens.....	1er	☒	☐	☐	☐	☒
Mécanique.....	1er	☒	☐	☐	☐	☒

OBJECTIFS

Savoir utiliser un système informatique et acquérir les notions de base en programmation.

Connaître quelques algorithmes élémentaires en traitement de l'information.

CONTENU

Utilisation d'un système informatique : matériel, éditeur, compilateur.
Notion de fichier de données et de programme.

- Forme générale des programmes (Pascal). Entrées et sorties. Modules en bibliothèque.
- Instructions simples et structurées. Intervalles. Itération.
- Procédures et fonctions. Variables locales, portée des déclarations. Paramètres-valeur et variable. Tableaux.
- Présentation et décomposition de programmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en classe et par groupes

DOCUMENTATION : Cours photocopie et informations sur ordinateur

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : ---

Préparation pour : Programmation II

Titre : PROGRAMMATION II						
Enseignant : Prof. Giovanni CORAY, DMA						
Heures total : 40 (60*)		Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques 2*				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Informatique.....	2e*	☒	☐	☐	☒	☒
Mathématiciens...	2e..	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	2e..	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Savoir utiliser le langage de programmation (Pascal).
- Savoir choisir et adapter les structures d'informations classiques.
- Connaître les algorithmes de traitement d'information.

CONTENU

- Problèmes de tri (fusion, Quicksort).
- Tables associatives.
- Structures de données (listes, piles, arbres binaires).
- Méthodes récursives. Pointeurs.
- Analyse lexicale.
- Analyse syntaxique et description de la syntaxe (grammaires, diagrammes syntaxiques).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en classe et par groupes

DOCUMENTATION : Cours polycopié. Exemples sur ordinateur

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Programmation I
Préparation pour : Programmation III et IV

Titre : ELEMENTS DE PROGRAMMATION AVANCEE						
Enseignant : Prof. Charles RAPIN,						
Heures total : 45		Par semaine : cours 1 Exercices Pratiques 2				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	..3..	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant se familiarisera avec l'utilisation de divers logiciels et matériels informatiques.

CONTENU

Le langage Fortran. Expression des principaux concepts informatiques en Fortran. Types d'information arithmétiques, logique et de traitement de texte.

L'ordinateur vectoriel Cray. Programmation d'applications matricielles; techniques de vectorisation.

Réalisation de projets impliquant l'utilisation de divers matériels et logiciels informatiques dans différentes unités de l'Ecole.

Le contenu de cette fiche est donné à titre indicatif.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Projets

DOCUMENTATION : Cours polycopié : "Introduction au Fortran 77" + Fiches polycopiées ou transparents.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Programmation 1 & 2

Préparation pour :

Titre : ELEMENTS DE PROGRAMMATION AVANCEE							
Enseignant : Prof. Charles RAPIN,							
Heures total : 30.		Par semaine : cours 1		Exercices		Pratiques 2	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Mécanique.....	...4..	☒	☐	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

L'étudiant se familiarisera avec l'utilisation de divers logiciels et matériels informatiques.

CONTENU

Le langage Ada. Eléments de programmation structurée. Paquets compilables séparément. Types et structures de données génériques. Parallélisme.

Réalisation de projets impliquant l'utilisation de divers matériels et logiciels informatiques dans différentes unités de l'Ecole.

Le contenu de cette fiche est donné à titre indicatif.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Projets.

DOCUMENTATION : Fiches polycopiées ou transparents.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Programmation 1 & 2

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE GENERALE I						
Enseignant : André CHATELAIN - Professeur						
Heures total : 75		Par semaine : cours 3 Exercices 2, Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	1....	☒	☐	☐	☒	☐
Génie rural.....	1....	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique ETS.....	3....	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	1....	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique ETS	3....	☒			☒	

OBJECTIFS

Introduire les étudiants aux lois et méthodes de la physique permettant la description, la dérivation des équations de mouvements et l'étude de l'évolution des systèmes mécaniques.

CONTENU

- Introduction à la physique générale: Physique classique et moderne, observation de l'univers et ordre de grandeur; l'espace-temps.
- Espace de configuration: Description de la position d'un système matériel; éléments de calcul vectoriel; torseur; centre de masse.
- Eléments de statique: Conditions d'équilibre; forces de réaction et tensions; position d'équilibre.
- Cinématique: Description du mouvement du point et du solide; étude de quelques cas simples; mouvements relatifs; composition des vitesses et accélérations.
- Dynamique: Lois de Newton; analyse des forces et des lois phénoménologiques associées; référentiel d'inertie; équations générales du mouvement; puissance, travail, énergie; lois de conservation.

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

DOCUMENTATION : Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Bonne formation niveau maturité

Préparation pour : Mécanique Générale II

Titre : MECANIQUE GENERALE II

Enseignant : André CHATELAIN - Professeur

Heures total : 40

Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques

Destinataires et contrôle des études :

Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	2....	☒	☐	☐	☒	☐
Génie rural.....	2....	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique ETS.....	4....	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	2....	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique ETS.....	4....	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Illustrations et applications des lois générales à des systèmes particuliers.
Etude des changements de référentiels.

CONTENU

- Systèmes à 1 degré de liberté: Mouvements oscillatoires libres et forcés; résonance. Applications: particule dans un potentiel central: systèmes de deux particules.
- Gravitation universelle: Equivalence masse d'inertie et masse gravifique; champ gravifique; lois de Képler.
- Dynamique du solide: Tenseur d'inertie; équations d'Euler; gyroscope.
- Changement de référentiel et relativité restreinte: Principe de la relativité de Galilée; forces d'inertie et de Coriolis. Théorie relativiste: expériences fondamentales; transformations de Lorentz et conséquences.
- Mécanique Lagrangienne (Introduction): Equations de d'Alembert et de Lagrange pour les systèmes holonomes.

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

DOCUMENTATION : Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique Générale I

Préparation pour : Mécanique Analytique

Titre : PHYSIQUE GENERALE I						
Enseignant : MARTIN Jean-Luc, professeur						
Heures total : 60		Par semaine : cours 4 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie Civil	2	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Rural	2	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique	2	☒	☐	☐	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant possèdera 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 mathématiques appropriés. Il possèdera en physique une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau.

CONTENU

Thermodynamique : Description microscopique d'un gaz, notion de distribution de particules. Equilibre statistique : notion de température, chaleur, entropie. Description macroscopique : variable et fonction d'état. Premier et deuxième principe, réversibilité, cycle de Carnot, cycle de machines thermiques, rendement. Etude phénoménologique des transformations de phase, gaz de Van der Waals.

Phénomènes ondulatoires : Etude phénoménologique de diverses ondes (acoustique, élastique, électromagnétique). Modélisation de l'onde acoustique. Equation de d'Alembert. Superposition d'ondes : interférences, battements, diffraction, réflexion. Lentilles minces, laser holographie, biréfringence.

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 : PHYSIQUE GENERALE II						
Enseignant : MARTIN Jean-Luc, professeur						
Heures total : 75		Par semaine : cours 3 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie Civil	3	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Rural	3	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique	3	☒	☐	☐	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant possèdera 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 mathématiques appropriés. Il possèdera en physique, une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau.

CONTENU

- Electricité et magnétisme : Electrostatique, champ électrique, potentiel, lois générales, conducteurs, capacité, applications - Courants électriques stationnaires, résistivité, loi d'Ohm, puissance, circuits simples - Magnétostatique, champ d'induction B, lois générales, galvanomètre - Induction électromagnétique, loi d'induction B, courants de Foucault, self-induction et induction mutuelle, transformateur. Circuits électriques, circuit RC, RL, LC, RLC, régime sinusoïdal, tensions tri et monophasées - Champs magnétiques et électriques dans la matière, électro-aimant.
- Phénomènes capillaires.
- Phénomènes de transport : Conducteur de chaleur, équation de diffusion, couche limite, régime non stationnaire - Rayonnement, émission, absorption, corps noir, effet serre - Convection - Diffusion matérielle.
- Physique nucléaire : Forces nucléaires, radioactivité, fission, fusion.

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 : PHYSIQUE GENERALE, TRAVAUX PRATIQUES						
Enseignant : W. BENOIT, Professeur - P. KOCIAN et A. RIESEN, Adj. scientifiques						
Heures total : 30		Par semaine : cours		Exercices	Pratiques	2
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécaniciens.....	3ème	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 dispensés par le Département concerné.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de Mathématiques, de Mécanique Générale et de Physique Générale.
Préparation pour :

Titre : CHIMIE APPLIQUEE

Enseignant : Ph. JAVET, P. LERCH, E. PLATTNER, Professeurs

Heures total : 60

Par semaine : cours 3

Exercices : 1

Pratiques :

Destinataires et contrôle des études :

Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
GC, Mec., Electr.,	1er	☒	☐	☐	☒	☐
Physique, Micro-	1er	☒	☐	☐	☒	☐
technique	1er	☒	☐	☐	☒	☐
GR + G	3e	☒	☐	☐	☒	☐
		☒	☐	☐	☒	☐

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

- Constitution atomique et moléculaire de la matière. Lois de base de la chimie.
- Les catégories d'éléments chimiques et le tableau périodique des éléments.
- Les différentes liaisons chimiques et les principales classes de composés chimiques; principe et règles de la nomenclature.
- Notions de chimie organique.
- La réaction chimique, stoechiométrie, bilan énergétique, notions de thermodynamique chimique. Les équilibres chimiques; affinité et potentiel chimique. Eléments de cinétique chimique et de photochimie.
- Physico-chimie de l'eau; propriétés des ions en solution; acides et bases. Oxydo-réduction, loi de Nernst et série électrochimique. L'état colloïdal.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra avec démonstrations; exercices en salle.

DOCUMENTATION : Cours photocopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Formation de base, préalable aux études des propriétés de la matière et des technologies. Niveau en chimie de la maturité fédérale.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : METALLURGIE GENERALE						
Enseignant : Bernhard ILSCHNER, Professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 4 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Matériaux.....	.2e..	☒	☐	☐	☒	☐
Mécaniciens.....	.2e..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître les principaux groupes de matériaux métalliques, leurs propriétés caractéristiques, les procédés de fabrication les plus importants et l'emploi de ces métaux. L'étudiant sera capable de comprendre ces propriétés et procédés sur une base micro-structurale.

CONTENU

1. Vue d'ensemble selon tableau périodique des éléments (comparaison des propriétés, définition et unités SI)
2. Le fer, les aciers au carbone, les aciers alliés. Transformations pendant traitements thermiques.
3. Les fontes
4. L'aluminium et ses alliages (malléables et coulés)
5. Le cuivre et ses alliages : laiton, bronze, cuivre-nickel, etc.
6. Le nickel et ses alliages
7. Les alliages du titane et du zirconium
8. Les métaux réfractaires (molybdène, tungstène)
9. Les métaux précieux : argent, or, etc.
10. Autres métaux : plomb, étain, zinc.

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

DOCUMENTATION : Feuilles photocopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Introduction à la science des matériaux.

Préparation pour : TP métallurgie générale

Titre : METALLURGIE GENERALE						
Enseignant : Bernhard ILSCHNER, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours		Exercices	Pratiques 2	
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécaniciens.....	3...	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFSCONTENU

- Essais mécaniques (traction, fatigue, choc, dureté, K_{1c})
- Essais non-destructifs (rayons X, ultrason, pénétration)
- Durcissement des surfaces par réaction/diffusion
- Amélioration des propriétés par traitement thermique
- Examens métallographiques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Travaux en groupe

DOCUMENTATION : Guide des travaux pratiques de métallurgie générale

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Introduction à la science des matériaux. Métallurgie générale

Préparation pour : Mécanique de la rupture.

Titre : INTRODUCTION A LA SCIENCE DES MATERIAUX						
Enseignant : Wilfried KURZ, Professeur EPFL						
Heures total :	45	Par semaine : cours 3 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Matériaux.....	1er..	☒	☐	☐	☒	☐
Mécaniciens.....	1er..	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechniciens..	1er..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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. Etat cristallin. Diffraction. Défauts cristallins.

PROPRIETES MECANQUES D'UN METAL PUR : Déformation élastique. Déformation plastique. Durcissement par les défauts cristallins.

ALLIAGES : Phases. Diagrammes d'équilibre.

TRANSFORMATIONS DE PHASE : Diffusion. Germination et croissance. Microstructure des alliages.

PROPRIETES MECANQUES DES ALLIAGES : Durcissement par la présence de phase. Rupture

POLYMERES : Quelques aspects de la structure des polymères et de leurs propriétés.

CERAMIQUES : 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 : Kurz, Mercier, Zambelli. Presses polytechniques romandes, Lausanne, 1987

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Métallurgie générale

Préparation pour :

Titre : ELECTROTECHNIQUE						
Enseignant : M. JUFER, professeur						
Heures total : 20		Par semaine : cours + Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	4e..	☒	☐	☐	☐	☐
Microtechnique...	2e..	☒	☐	☐	☐	☐
Matériaux.....	4e..	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

- Chap. 1 : DEFINITIONS : Notations, symboles et unités, relations fondamentales, éléments linéaires, lois de Kirchhoff.
- Chap. 2 : REGIMES TRANSITOIRES : Réponses indicielles, éléments R,L,C. Eléments réels, méthode générale. Exemples : saut de tension aux bornes d'un circuit RC en série, RL en série. Enclenchement sur une source de tension sinusoïdale. Transformée de Laplace.
- Chap. 3 : GRANDEURS SINUSOIDALES : Principe d'un générateur alternatif. Définition des grandeurs sinusoïdales. Nombres complexes associés. Impédances et admittances. Etude des régimes permanents par le calcul complexe. Puissances.
- Chap. 4 : SYSTEMES TRIPHASES : Principe d'un générateur triphasé. Définition. Notations, tensions simples et composées. Courants. Modes de couplage. Puissances. Passages étoile-triangle. Systèmes triphasés non symétriques.

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

DOCUMENTATION : Traité d'électricité, vol. I.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : physique générale, analyse

Préparation pour : électronique, machines et installations électriques, etc.

Titre : ELECTRONIQUE						
Enseignant : Fouad RAHALI, chargé de cours EPFL/DE						
Heures total : 30 (45*)		Par semaine : cours 2 Exercices 1* Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Matériaux.....	..5e.	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique*.....	..5e.	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Introduction
2. Rappel de théorie des circuits
3. Les composants électroniques et leur mise en oeuvre dans les circuits
4. L'amplificateur opérationnel et ses applications
5. Les bascules et autres circuits à réaction positive
6. Oscillateurs sinusoïdaux
7. Circuits logiques
8. 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

Préparation pour : Instrumentation électronique (sect. matériaux)
Systèmes logiques (sect. mécanique)

Titre : MACHINES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES I						
Enseignant : Marcel JUFER, professeur						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécaniciens	5e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Assimilation des connaissances de base des circuits magnétiques et électriques et de la conversion électromécanique.

Acquisition des caractéristiques externes des principales machines électriques.

CONTENU

1. CIRCUITS ELECTRIQUES ET MAGNETIQUES : Relations de Maxwell, lois de la tension induite, circuits magnétiques, perméance, inductances.
2. CONVERSION ELECTROMECHANIQUES : Bilan énergétique, méthode de la dérivée d'énergie, systèmes réductants.
3. LE TRANSFORMATEUR : Constitution, schéma équivalent, régimes particuliers.
4. MACHINES TOURNANTES - GENERALITES : Champ tournant, fuites.
5. LE MOTEUR ASYNCHRONE : Constitution, schéma équivalent, régimes particuliers, rotor à cage, rotor bobiné.
6. LA MACHINE SYNCHRONE : Constitution, principe, synchronisation.

Laboratoire de machines et installations électriques : voir page 54

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

DOCUMENTATION : Cours polycopié Machines Electriques, cours pour ingénieurs mécaniciens.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electrotechnique

Préparation pour :

Titre : MACHINES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES II						
Enseignant : Marcel JUFER, professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques 2	
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécaniciens.....	6e	☒	☐	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquisition des caractéristiques externes des principales machines électriques. Etre capable de choisir un entraînement électrique, compte tenu des périphériques.

CONTENU

- LA MACHINE A COURANT CONTINU SANS COLLECTEUR : Constitution, principe, équations, alimentation, commande.
- LA MACHINE A COURANT CONTINU : Constitution, principe, équations, marches en générateur et moteur, le moteur à collecteur.
- LES ENTRAÎNEMENTS ELECTRIQUES : Les organes entraînés, le réseau, l'alimentation, le démarrage, le réglage de vitesse, le freinage.
- ELEMENTS D'INSTALLATIONS ELECTRIQUES : Chapitres choisis.

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.

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

DOCUMENTATION : Cours polycopiés Machines Electriques et Entraînements Electriques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electrotechnique, Machines et Installations Electriques I.

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE DES FLUIDES I						
Enseignant : Inge RYHMING, professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 4 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
mécaniciens.....	4.....	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

A. Introduction

Ecoulements que l'on rencontre dans la nature et dans la technologie moderne - type des problèmes et leurs solutions à l'aide des méthodes théoriques et expérimentales.

B. Concepts fondamentaux

Description de la cinématique des écoulements - représentation selon Lagrange et Euler - trajectoires des particules et lignes de courant.

C. L'équation de continuité

Conservation de masse - formulation intégrale et différentielle - fonction des courants - écoulement irrotationnel et potentiel de vitesse - écoulement rotationnel et circulation - conditions aux limites.

D. L'équation de conservation de la quantité de mouvement

Forme intégrale et générale de la quantité de mouvement pour un fluide réel - dynamique des écoulements idéalisés: équations d'Euler et théorème de Bernoulli - les théorèmes de circulation de Kelvin et Helmholtz - illustrations sur la dynamique des écoulements idéalisés - démonstrations à l'aide de banc d'essais.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : I.L. RYHMING: Dynamique des fluides, éd. PPR, Lausanne 1985

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE DES FLUIDES II						
Enseignant : Inge RYHMING, professeur						
Heures total : 45		Par semaine : cours 3 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
..mécaniciens....	..5e..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etre capable de résoudre des problèmes d'écoulement potentiel bidimensionnel par les différentes méthodes théoriques.

CONTENU

E. La théorie potentielle des écoulements incompressibles

La base des écoulements potentiels stationnaires et instationnaires - l'équation de Laplace - les fonctions harmoniques et leurs propriétés - conditions aux limites et unicité des solutions - problèmes de Dirichlet, de Neumann et de Cauchy - méthode d'analyse des problèmes aux limites - solutions élémentaires - principe de superposition - séparation des variables - théorie des profils - portance et traînée - méthode de transformations conformes - l'aile tridimensionnelle - écoulement instationnaire - masse ajoutée - écoulements potentiels avec une surface libre.

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

G. Démonstrations à l'aide de banc d'essais

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : I.L. RYHMING: Dynamique des fluides, éd. PPR, Lausanne 1985

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE DES FLUIDES III						
Enseignant : Inge RYHMING, professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 4		Exercices - Pratiques -		
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
. MÉCANICIENS.....	..6P.	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etre capable d'analyser l'évolution d'une couche limite laminaire ou turbulente bidimensionnelle.

CONTENU

H. Eléments de la théorie des couches limites

Equations de Navier-Stokes - solutions visqueuses exactes - la théorie des couches limites laminares 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 - les méthodes de mesures et résultats pour la plaque plane.

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

J. Démonstrations à l'aide d'un banc d'essais

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : I.L. RYHMING: Dynamique des fluides, éd. PPR, Lausanne 1985

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : HYDRAULIQUE I						
Enseignant : Ugo MOCAFICO, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	5e.	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

- Le liquide réel.
- Hydrostatique.
- Principes physiques de l'hydraulique: conservation de la masse (équation de continuité), de l'énergie mécanique du liquide (bilans d'énergie) et de la quantité de mouvement (théorème d'Euler).
- Pertes de charge par frottement et singulières.
- Ecoulement dans les conduites en charge.

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

DOCUMENTATION : Résumés, tables numériques et littérature spécialisée (IMHEF), industri congrès, etc.).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique, Mécanique des fluides,

Préparation pour : notamment tous les cours de l'orientation hydraulique.

Titre : HYDRAULIQUE II						
Enseignant : Ugo MOCAFICO, professeur						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	6e...	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

- Systèmes hydrauliques comportant une machine: introduction à la théorie des machines hydrauliques
- Notions sur l'écoulement dans les canaux à surface libre

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec nombreux exercices

DOCUMENTATION : Résumés, tables numériques et littérature spécialisée (IMHEF, industrie, congrès, etc.)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique, Mécanique des fluides,

Préparation pour : notamment tous les cours de l'orientation hydraulique.

Titre : THERMODYNAMIQUE ET ENERGETIQUE						
Enseignant : Majdi BATATO, chargé de cours						
Heures total : 75		Par semaine : cours 4 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	3	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant sera capable d'appliquer correctement les Principes de la Thermodynamique.

CONTENU

1. Généralités et principes fondamentaux.
2. Systèmes fermés monophases.
3. Propriétés thermodynamiques de la matière.
4. Transformations et diagrammes thermodynamiques.
5. Exemples simples d'application des Premier et Deuxième Principes.
6. Bilans des grandeurs extensives.
7. Systèmes ouverts, en régime permanent.
8. Mélanges de gaz parfaits ou semi-parfaits.
9. Mélanges d'un gaz et d'une substance condensable.
10. Energétique thermodynamique.

Remarque : Par manque de place, seuls les titres des chapitres ont été énumérés.

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

DOCUMENTATION : Livres: "Thermodynamique et Energétique" Vol.I par L. BOREL. Editions PPR, 1987.
"Thermodynamique et Energétique" Vol.II par L. BOREL, D.-L. NGUYEN, 1987.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : M. BATATO. Editions PPR, 1987.

Préalable requis : Physique générale, Mécanique générale, Analyse et Algèbre linéaire.

Préparation pour : Notamment tous les cours de l'orientation Thermique.

Titre : THERMODYNAMIQUE ET ENERGETIQUE						
Enseignant : Majdi BATATO, chargé de cours						
Heures total : 40		Par semaine : cours 3 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	4	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant sera capable d'aborder correctement les problèmes énergétiques.

CONTENU

11. Combustion

Généralités - Equations chimiques de base - Pouvoirs énergétiques d'un combustible
Pouvoirs exergétiques d'un combustible - Combustion complète - Combustion incomplète - Température de combustion - Propriétés thermodynamiques des gaz de combustion - Déroulement d'une combustion.

12. Exemples d'application des chapitres 10 et 11

Chambre de combustion - Chaudière à vapeur - Moteur à combustion interne.

13. Cycles thermodynamiques

Généralités - Propriétés générales des cycles - Cycles monothermes - Cycles bithermes - Cycles bithermes moteurs - Cycles bithermes générateurs - Synthèse des cycles bithermes.

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

DOCUMENTATION : Livres: "Thermodynamique et Energétique" Vol.I par L. BOREL. Editions PPR, "Thermodynamique et Energétique" Vol.II par L. BOREL, D.-L. NGUYEN,

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : M. BATATO. Editions PPR, 1987.

Préalable requis : Physique générale, Mécanique générale, Analyse et Algèbre linéaire.

Préparation pour : Notamment tous les cours de l'orientation Thermique.

Titre : TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MASSE						
Enseignant : Albin Bölcs, Professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	5e.	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

1. Introduction, modes de transfert de chaleur
Conduction. Convection. Rayonnement.
2. Propriétés thermiques des matériaux
3. Conduction thermique unidimensionnelle, stationnaire
Relations fondamentales. La plaque plane.
4. Conduction thermique bidimensionnelle, stationnaire
Solutions analytiques. Analogie rhéoelectrique. Méthode graphique. Méthodes numériques.
5. 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.
6. La convection thermique
Principes fondamentaux de l'écoulement visqueux. Etude de similitude et paramètres adimensionnels.
7. 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.
8. Convection pour l'écoulement interne
Convection pour un tube circulaire. Corrélations pour la convection forcée pour un tube circulaire.
9. La convection libre
Considérations de similitude. Convection sur une surface verticale. Corrélations empiriques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Thermodynamique, Mécanique des Fluides

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MASSE						
Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques 2				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	..6..	☒	☐	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

CONTENU

- 1. Introduction:** Exemples d'installations. Exemple de transfert-chaleur. Exemple de transfert de masse. Coefficients moyens et locaux. Rappels concernant la convection.
- 2. 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.
- 3. 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.
- 4. 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.
- 5. 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, plus projet personnel d'application.

DOCUMENTATION : Feuilles photocopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Thermodynamique, Analyse III, Mécanique des Fluides, Transfert-chaleur et de masse I (prof. Böls)
Préparation pour : Installations thermiques et nucléaires.

Titre : RESISTANCE DES MATERIAUX I						
Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur						
Heures total : 75		Par semaine : cours 3 Exercices 2 Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
.. Mécanique.....	3ème	☒	☐	☐	☒	☐
.. Matériaux.....	3ème	☒	☐	☐	☒	☐
.. Microtechnique ..	3ème	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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. Etre en mesure de calculer les organes et structures élémentaires de la construction mécanique.

CONTENU

1. Equilibre intérieur et propriétés des matériaux : généralités - hypothèses fondamentales - efforts intérieurs et contraintes - propriétés mécaniques des matériaux.
2. 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.
3. Energie de déformation élastique : formes quadratiques de l'énergie élastique - théorèmes de Maxwell-Betti, Castigliano et Menabrea - application aux systèmes statiques et hyperstatiques.
4. Théorie de l'état de contrainte : théorème de Cauchy - matrice et quadriques des contraintes - calcul des contraintes et directions principales - cas particuliers.
5. 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.
6. Flambage des poutres droites : notion d'instabilité - cas fondamental et dérivés du flambage d'une poutre - flambage en dehors du domaine élastique - méthode de Timoschenko.

ex cathedra, avec exercices hebdomadaires.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

cours polycopiés, 1ère et 2ème parties (1982). Polycopié d'exercices (1982).

DOCUMENTATION :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						
Heures total : 50		Par semaine : cours 3 Exercices 2 Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	4ème	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître les lois 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

1. Méthode de la poutre auxiliaire : principe de la méthode - application aux poutres de section variable.
2. Flexion déviée et composée : calcul des contraintes normales et de l'axe neutre - définition et recherche du noyau central.
3. Flexion des poutres courbes : hypothèses - calcul et analyse des contraintes - théorèmes de Castigliano - équation de la déformée pour les poutres à génératrice circulaire.
4. Torsion non circulaire : contraintes tangentielles et angle de torsion pour les principaux profils - analogie de la membrane.
5. Barres et cylindres en rotation : calcul des contraintes dans les barres de section quelconque - exemple de régime non stationnaire - cylindres minces et cylindres épais - disques d'égale résistance - volants d'inertie.
6. Instabilité des anneaux et des tubes : définitions - calcul de la pression extérieure critique dans les domaines élastique et plastique - étude sommaire des puits blindés.
7. Résistance des matériaux aux chocs (étude élémentaire) : généralités - notions de densités limite d'énergie - réactions et temps de choc - admittance aux chocs.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

ex cathedra, avec exercices hebdomadaires.

DOCUMENTATION :

cours polycopiés, 1ère et 2ème parties (1982), notes manuscrites.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Résistance des matériaux I

Préparation pour :

Construction des machines, Mécanique appliquée I, II.

Titre : MECANIQUE APPLIQUEE I						
Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur						
Heures total : 60		Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	5ème	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique	5ème	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir modéliser et analyser les systèmes discrets linéaires de la mécanique vibratoire, connaître le comportement de ces systèmes en régimes libre, forcé, permanent et aléatoire.

CONTENU

Le cours de MECANIQUE APPLIQUEE I porte uniquement sur la mécanique vibratoire.

1. L'oscillateur élémentaire : généralités et définitions - régimes libre, forcé et permanent - considérations énergétiques - admittances complexe et opérationnelle - exemples d'application.
2. Les analogies électriques : analogie force-tension et analogie force-courant - extension aux systèmes à plusieurs degrés de liberté.
3. L'oscillateur à deux degrés de liberté : étude complète du régime libre - exemple de régime forcé : amortisseur de Frahm - étude du couplage - formes énergétiques.
4. Systèmes discrets à n degrés de liberté : formes quadratiques des énergies - matrices de rigidité, des masses et des pertes - solution générale du régime libre - coordonnées normales - propriétés des formes et modes propres - admittances matricielles complexe et opérationnelle - exemples d'application.
5. Systèmes continus du deuxième ordre : équations de d'Alembert pour les vibrations latérales des cordes, les vibrations longitudinales dans les barres et les vibrations de torsion - nature ondulatoire des solutions - séparations des variables.

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

DOCUMENTATION : cours polycopié : mécanique vibratoire 1ère partie (1982) + 2ème partie (1983)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique générale, Résistance des matériaux I, II
Préparation pour : Mécanique appliquée II.

Titre : MECANIQUE APPLIQUEE II						
Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
.Mécanique.....	6ème	☒	☐	☐	☒	☐
.Microtechnique..	6ème	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Savoir reconnaître et résoudre les problèmes de vibrations rencontrés dans la construction et l'exploitation des machines.
- Acquérir les bases nécessaires pour le cours du 7ème semestre.

CONTENU

Le cours de MECANIQUE APPLIQUEE II a pour objets la fin de la mécanique vibratoire commencée au 5ème semestre ainsi qu'une introduction à l'élasticité.

1. Mécanique vibratoire

- 1.1 Vibrations de flexion des poutres : établissement 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.
- 1.2 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.
- 1.3 Systèmes à caractéristiques variables : définitions - exemples pratiques - méthodes de résolution - vibrations autoentretenues et paramétriques - conditions de stabilité.

2. Introduction à l'élasticité

- 2.1 Théorèmes généraux : théorie de l'état déformé - relations entre tenseurs des contraintes et des déformations - conditions d'équilibre - compatibilité des solutions.
- 2.2 Examen de cas particuliers simples : états plans de contraintes ou déformations - problèmes avec symétrie de révolution - exemples d'application.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

ex cathedra avec exercices hebdomadaires.

DOCUMENTATION :

cours polycopié : mécanique vibratoire 3ème partie (1984)+ notes manuscrites

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : Mécanique générale, Mécanique appliquée I.

Mécanique appliquée III.

Titre : METHODE DES ELEMENTS FINIS						
Enseignant : Thomas GMUER, chargé de cours						
Heures total : 40		Par semaine : cours 3. Exercices 1 Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	6ème	☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Concepts fondamentaux : Formulations forte et faible des problèmes aux limites linéaires. Approximation de Bubnov-Galerkin. Approximation basée sur la méthode des éléments finis.
2. Formulation faible des problèmes aux limites bi- et tridimensionnels : Principes généraux et équations fondamentales. Fonctions de forme et de base des éléments finis linéaires et d'ordre élevé. Transformation jacobienne. Eléments isoparamétriques.
3. Application de la méthode des éléments finis 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.
4. 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 : méthode des éléments finis

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Résistance des matériaux, Analyse fonctionnelle, Méc.appl.I.
Préparation pour : Chapitres choisis en mécanique, Projets de mécanique appl.

Titre : FORMAGE DES MATERIAUX						
Enseignant : Bernhard ILSCHNER, Professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	3....	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

Coulée, frittage, formage et façonnage dans le contexte du système de fabrication des objets métalliques.

La solidification des fontes métalliques (purs et alliés) et ses conséquences pour la technologie de fonderie.

Fonderie "classique" et avancée : coulée continue, coulée par injection, moulage à la cire perdue, solidification directionnelle, rheocasting.

Forgeage, laminage et filage : déformation à chaud. Techniques et problèmes métallurgiques.

Laminage à froid. Plaquage par laminage. Formage super-plastique.

Laminage et autres techniques de formage par déformation à froid.

Découpage et estampage et alternatives (Laser, façonnage électrolytique).

Métallurgie des poudres : base théorique - technologie actuelle - applications.

Méthodes inconventionnelles : Projection thermique, projection assistée par plasma, solidification dynamique, électroformage, formage par explosion.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :- Ex-cathedra avec projections.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Métallurgie générale. Introduction à la science des matériaux.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : USINAGE DES METAUX						
Enseignant : François PRUVOT, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 3 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécaniciens.....	4ème..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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).

- Economie de l'usinage - (Economie d'une opération d'usinage - optimisation des paramètres de coupe - économie d'un département d'usinage - simulation d'une chaîne - la commande hiérarchisée).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec projections

DOCUMENTATION : polycopié en 2 volumes

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Formage des matériaux

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

Titre : ELEMENTS DE CONSTRUCTION I						
Enseignant : Pierre BARMAVERAIN, Wilfred HEINIGER, Maîtres de construction						
Heures total : 30		Par semaine : cours 1 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	2ème.	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

INTRODUCTION : processus de la conception et transmission de l'information; rôle de la DAO/CAO; les divers types de documents graphiques.

REGLES DU DESSIN TECHNIQUE : traits, lois des projections, nombre min. de vues, coupes, section, rabattements.

DESSIN DE DETAIL : Principes de la cotation liés à la fabrication

DESSIN D'ENSEMBLE : processus de la lecture de dessin. Représentation symbolique des éléments de machines.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Cours ex-cathédra avec projection de nombreux exemples. Ex en salle de dessin

DOCUMENTATION :

Normes VSM + Fiches polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Eléments de construction I

Titre : ELEMENTS DE CONSTRUCTION II						
Enseignant : Pierre BARMAVERAIN, Wilfred HEINIGER, Maîtres de construction						
Heures total : 60		Par semaine : cours ¹ Exercices ³ Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	3ème	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours l'étudiant saura lire un dessin technique (fonctionnement et circulation des forces). Il sera capable de concevoir de petits ensembles mécaniques en utilisant les méthodes itératives de la conception.

Il connaîtra les bases du dimensionnement d'éléments de machines.

CONTENU

DESSIN D'ENSEMBLE : Structure des machines, chaîne cinématique liaisons et degrés de liberté, transmission de l'énergie et des efforts.

DESSIN DE DETAIL : Cotation fonctionnelle et ajustements, états de surface, tolérances de forme et de position.

ELEMENT DE CONSTRUCTION : Moyens d'assemblage. Liaisons arbre-moyen par obstacle et par frottement. Systèmes de transformation de mouvement et réversibilité. Transmissions. Guidages en rotation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Cours ex-cathédra avec projection de nombreux exemples. Ex en salle de dessin, travaux pratiques en atelier

DOCUMENTATION :

Normes VSM + Fiches polycopiées + documentation professionnelle

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Eléments de construction I

Préparation pour : Construction de machines

Titre : INTRODUCTION A L'INFOGRAPHIE						
Enseignant : Wilfred HEINIGER, maître de construction - Gabriel ANTONESCU						
Heures total : 30		Par semaine : cours 3 Exercices- Pratiques-				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
...Mécanique....	2ème	☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir utiliser un système d'exploitation largement répandu (UNIX)
 Savoir utiliser un logiciel de CAO-DAO de moyenne à haute performance
 Savoir se discipliner dans le travail d'un système en réseau avec répartition des ressources.

CONTENU

Introduction, but du cours.

Matériel

Architecture des systèmes graphiques
 Réseau et ressources
 Notion du système d'exploitation
 Primitives de base
 Syntaxe des commandes
 Utilitaires du système
 Utilisation de la documentation en ligne

Logiciel

Description et concept du logiciel
 Commandes; globales, de création, d'édition, de gestion.
 Commandes par menus; arborescence des menus
 Transfert de fichiers vers les périphériques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices.

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Eléments de construction, construction de machines
 Préparation pour :

Titre : CONSTRUCTION DES MACHINES						
Enseignant : Georges SPINNLER, Professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 3		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
MECANIQUE.....	4ème.....	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

INTRODUCTION

1. TRIBOLOGIE

- Contact de surfaces, mécanisme du frottement, usure. Rodage. Augmentation et diminution du frottement. Lubrification

2. COUPLE CINEMATIQUE

- Degrés de liberté et liaisons. Frottement plan, frottement de rotation. Transmission de mouvement, de force et d'énergie. Transmission positive et non positive

3. FLUX D'ENERGIE

- Point de fonctionnement. Transmission de puissance, rendement. Circulation de puissance, Réversibilité

4. ECHAUFFEMENT

- Limitation de puissance.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Polycopiés couvrant une partie du cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Eléments de construction I et II. Mécanique générale
Préparation pour :

Titre : CONSTRUCTION DES MACHINES						
Enseignant : Georges SPINLER, Professeur						
Heures total : 60		Par semaine : cours 4		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
MECANIQUE	5ème	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- ORGANES DE TRANSMISSION
 - Rapport de transmission. Mécanismes à transmission positive et non positive : engrenages, courroies, transmission hydrostatiques et hydrodynamiques
- DEFORMATIONS ET RIGIDITE
 - Adaptation aux déformations. Construction rigide et légère. Hyperstatisme. Trains d'engrenages
- PRECONTRAINTE
 - Principe. Obtention de la précontrainte. Facteurs d'influences. Charges intérieures. Applications
- MISE EN MOUVEMENT, FREINAGE
 - Moteur, accélération, embrayages, choix des moteurs et des transmissions
- STOCKAGE D'ENERGIE MECANIQUE : Volants et ressorts
- TRANSMISSION DU MOUVEMENT
 - Fidélité, causes d'erreurs. Amélioration de la précision. Commande électronique de positionnement
- EFFORTS DANS LES TRANSMISSIONS
 - Modèles de calculs. Application aux mises en mouvement positives et non positives. Vitesse des arbres longs et rigidité globale. Chocs. Jeu. Amortissement des perturbations
- LIMITES DE VITESSE : Vitesses critiques. Equilibrage. Limite d'éclatement
- COMPORTEMENT DES MATERIAUX : Fatigue, influences sur la construction. Matériaux composites et céramiques.
- RESISTANCE MECANIQUE : Méthodes de dimensionnement. Sécurité

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 : CONSTRUCTION DES MACHINES - PROJET						
Enseignant : Georges SPINLER, professeur Michel PORCHET, professeur				P. BARMAVERAIN M. HEINIGER		
Heures total : 45		Par semaine : cours - Exercices - Pratiques ³				
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	5ème..	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir concevoir des mécanismes et des machines : analyse, calcul, dessin, synthèse.

CONTENU

Exercices de construction : étude de parties de machines ou de machines entières

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

En salle de dessin, projets individuels ou en groupes

DOCUMENTATION :

cours photocopié et documentation professionnelle

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : Eléments de construction et construction des machines

Titre : CONSTRUCTION DES MACHINES - PROJET						
Enseignant : Georges SPINLER, professeur - B. BARMAVERAIN - Michel PORCHET, professeur M. HEINIGER						
Heures total : 60		Par semaine : cours - Exercices - Pratiques ⁶				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	6ème...	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir concevoir des mécanismes et des machines : analyse, calcul, dessin, synthèse.

CONTENU

Exercices de construction : étude de parties de machines ou de machines entières

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

DOCUMENTATION : cours photocopié et documentation professionnelle

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : Eléments de construction et construction des machines

Titre : METROLOGIE GENERALE						
Enseignant : Georges SPINNLER, professeur						
Heures total : 20		Par semaine*: cours 1 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	5ème.	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Savoir choisir une méthode de mesure.
- Savoir mesurer correctement en appréciant les erreurs de mesurage.
- Savoir lire un catalogue et choisir un appareil de mesurage.

CONTENU

Cours

1. Les méthodes de mesurage
2. Les erreurs de mesure. Erreurs systématiques et aléatoires
3. Etalonnage
4. La pratique du mesurage et l'interprétation statistique des résultats
5. Les causes d'erreurs et leur élimination
6. Les caractéristiques statiques et dynamiques des instruments de mesurage
7. Les perturbations
8. La technique numérique

* 2 heures par semaine en janvier et février.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations, laboratoire.

DOCUMENTATION : cours photocopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Probabilité et statistique

Préparation pour : Laboratoire de métrologie et autres laboratoires.

Titre : METROLOGIE GENERALE						
Enseignant : Georges SPINNLER, professeur - Wilfred HEINIGER, maître de dessin						
Heures total : 30		Par semaine*: cours		Exercices		Pratiques 4
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	6ème	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir mesurer.
Savoir interpréter des résultats de mesure.
Savoir projeter une chaîne de mesure.

CONTENU

Manipulation pratiques avec du matériel de mesure industriel, par groupe de deux étudiants.
Exercices de métrologie.
Projet d'une chaîne de mesure.

* 7 à 8 séances de 4 h. selon les groupes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Laboratoire

DOCUMENTATION : cours photocopié de métrologie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de métrologie générale
Préparation pour : Autres laboratoires

Titre : INFORMATIQUE EN TEMPS REEL						
Enseignant : D. Mange, R.D. Hersch						
Heures total : 75		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques 3				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	1er	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 algorithmes de décision binaire. Réalisation de ces algorithmes par une machine de décision binaire. Notion de sous-programme et machine de décision 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. Génération et traitement d'interruptions.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours - laboratoire intégré

DOCUMENTATION : D. Mange, "Analyse et synthèse des systèmes logiques",

D. Mange, E. Sanchez, A. Stauffer, "Systèmes logiques programmés",
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : A. Schmitz, "Laboratoires sur le Dauphin 68008".

Préalable requis : néant

Préparation pour :

Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE						
Enseignant : R.D. HERSCH, chargé de cours						
Heures total : 45		Par semaine : cours 1 Exercices Pratiques 2				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	5e	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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. Introduction à l'électronique digitale.
2. Représentation de nombres et calculs arithmétiques en binaire, changements de base.
3. Architectures d'ordinateurs, décodage et exécution d'instructions, modes d'adressage, répertoire d'instructions.
4. Introduction à la programmation en langage assembleur.
5. Exercices pratiques de traitement de données par microprocesseur 16/32 bits M68000.
6. Interfaces d'entrée/sortie pour la gestion de périphériques industriels.
7. Gestion de périphériques par interruptions.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séances théoriques et laboratoires

DOCUMENTATION : Traité d'Electricité, vol XIV, chap. 1, 2 et 5, Laboratoires sur le Dauphin 68008, Introduction au 68000 avec Smile.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : Commande des machines, Conception de systèmes, Systèmes de CAO/FAO

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE I						
Enseignant : Alfred ROCH, professeur EPFL/DME						
Heures total :	40	Par semaine : cours 3 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
MECANIQUE.....	4è.....	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etude des systèmes dynamiques linéaires, techniques de réglage élémentaire.

CONTENU

- Introduction : Principe de la contre-réaction (feedback). Mise en équations des systèmes, schéma fonctionnel.
- Les réglages élémentaires : Réglage par tout ou rien, représentation sur plan de phase. Réglage proportionnel, statisme. Réglage PID (proportionnel - intégral - différentiel)
- Calcul opérationnel : Les réponses caractéristiques d'un élément linéaire. Théorie des distributions (transformée de Laplace). Notion de fonction de transfert, propriétés essentielles.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en salle.

DOCUMENTATION : Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique. Fascicules M + 1.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique générale, théorie des équations différentielles linéaires.
Préparation pour : Réglage automatique II, III, IV.

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE II						
Enseignant : Alfred ROCH, professeur EPFL/DME						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
MECANIQUE.....	5è....	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etude des systèmes dynamiques linéaires, techniques de réglage élémentaire.
Méthodes d'étude des systèmes réglés linéaires.

CONTENU

- Fonction de transfert : Etude des systèmes par réponse harmonique et représentations. Diagrammes de Nyquist, de Black (-Nichols), de Bode.
Application : fonctions de transfert d'éléments courants.
- Stabilité : Définition et critères mathématiques. Systèmes bouclés : critère de Nyquist.
- Lieu des pôles : Définition, construction du lieu des pôles, pour une variation du paramètre "gain" d'un système bouclé.
- Qualité du réglage : Conditions d'amortissement des transitoires. Qualité de la réponse indicielle (dépassements, etc.). Erreurs permanentes, ordre d'un système. Utilisation de l'abaque de Nichols.

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

DOCUMENTATION : Cours photocopie édité par l'Institut d'Automatique. Fascicule M + I + II

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Réglage automatique I (4è sem.)

Préparation pour : Réglage automatique III et IV

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE						
Enseignant : Alfred ROCH, professeur EPFL/DME						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2. Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
..MECANIQUE.....	..6è..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Méthodes d'étude des systèmes réglés linéaires.
Introduction à l'étude des systèmes non linéaires.

CONTENU

- Les corrections : Correction en série : avance et retard de phase. Autres corrections : Feedback, parallèle. Régulateur PID
- Systèmes échantillonnés : Description et étude par transformation-z. Stabilité.
- Systèmes non linéaires : Méthodes de la fonction de transfert généralisée. Stabilité des régimes oscillants. Systèmes à relais : méthode de Cypkin. Méthodes topologiques : espaces de phase. Méthodes analytiques : énergie, méthode de Liapounov.
- Applications industrielles + exemples pratiques

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

DOCUMENTATION : Cours photocopie édité par l'Institut d'Automatique. Fascicule II.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Réglage automatique I

Préparation pour : Réglage automatique III et IV

Titre : DROIT I						
Enseignant : Baptiste RUSCONI, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	5e..	☒	☐	☐	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
Matériaux Electricité.....		☐	☐	☐	☐	☐
Chimie.....		☐	☐	☐	☐	☐

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:
Généralités sur le droit, panorama du droit, les sources du droit, la règle du droit, l'application du droit.
2. Notions de droit civil et de droit des obligations:
Aperçu du droit des personnes, droit de famille, droit des successions, droits réels, droit des obligations.
La responsabilité civile.
Etude détaillée de quelques contrats, vente, bail, travail, entreprise, mandat, cautionnement, d'assurance.
Aperçu de droit des sociétés.

Remarque:

Ce cours a été reporté de la 2e à la 3e année dès 1986-87; il ne sera donc pas donné en 1986-87 et reprendra en hiver 1987-88 (5e semestre) et en été 1988 (6e semestre).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Ouvrage juridiques indiqués durant le cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : DROIT II						
Enseignant : Baptiste RUSCONI, professeur						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	6e.	☒	☐	☐	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
Matériaux, Electricité, ...		☐	☐	☐	☐	☐
Chimie.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

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. Les accidents de travail
2. La propriété industrielle:
 - les brevets d'invention
 - les dessins et modèles industriels
 - les marques de fabrique et de commerce.

Remarque:

Ce cours a été reporté de la 2e à la 3e année dès 1986-87; il ne sera donc pas donné en 1986-87 et reprendra en hiver 1987-88 (5e semestre) et en été 1988 (6e semestre).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Ouvrages juridiques indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ECONOMIE D'ENTREPRISE I - L'ENTREPRISE ET SON MANAGEMENT

Enseignant : Gaston CUENDET, professeur invité

Heures total : 30

Par semaine : cours 2

Exercices

Pratiques

Destinataires et contrôle des études :

Sections (s)	Semestre	Destinataires et contrôle des études :			Branches	
		Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens.....	3e	☒ *	☐	☐	☒	☐
Electriciens.....	7e	☐	☒	ou ☒	☒	☐
Divers.....	.....	☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

* A choix avec DROIT

OBJECTIFS

A la fin de l'année (cours I et II), l'étudiant sera capable de :

- comprendre les principes de base, les problèmes et les contraintes liés au management de l'entreprise industrielle.
- évaluer, en abordant une entreprise, les particularités qui président à sa structure et à son fonctionnement.
- discuter intelligemment avec des responsables d'entreprise de problèmes touchant à leur fonction.

CONTENU

Les grandes subdivisions du cours sont :

- L'entreprise et ses finalités.
- Anatomie des entreprises (les fonctions principales).

Un plan détaillé du cours est fourni aux étudiants au début de l'année.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Modules théoriques - Discussion de sujets choisis - Séminaires de synthèse sous forme de cas d'entreprises romandes.

DOCUMENTATION : obligatoire : G. Cuendet *

de référence : G. Cuendet, Traité systémique de gestion I, II et III, PPF

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : *Introduction à la gestion des systèmes

81/82/83.

Préalable requis : sociaux d'action, Lang 1984.

Préparation pour : Economie d'entreprise II.

Titre : ECONOMIE D'ENTREPRISE II - L'ENTREPRISE ET SON MANAGEMENT						
Enseignant : Gaston CUENDET, professeur invité						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens.....	4e.	☒ *	☐	☐	☒	☐
Electriciens.....	8e.	☐	☒ ou	☒	☒	☐
Divers.....		☐	☐	☐	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
* A choix avec DROIT						

OBJECTIFS

A la fin de l'année (cours I et II), l'étudiant sera capable de :

- comprendre les principes de base, les problèmes et les contraintes liés au management de l'entreprise industrielle.
- évaluer, en abordant une entreprise, les particularités qui président à sa structure et à son fonctionnement.
- discuter intelligemment avec des responsables d'entreprise des problèmes touchant à leur fonction.

CONTENU

Les grandes subdivisions du cours sont :

- La direction de l'entreprise.
- L'entreprise face à son environnement.

Un plan détaillé du cours est fourni aux étudiants au début de l'année.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Modules théoriques - Discussion de sujets choisis - Séminaire de synthèse sous forme de cas d'entreprises romandes.

DOCUMENTATION : obligatoire : G. Cuendet, Les systèmes sociaux d'action, Lang, 1981.
de référence : G. Cuendet, Traité systémique de gestion I, II et III, 1981/82/83.

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Economie d'entreprise I.

Préparation pour :

Titre : PSYCHOLOGIE DU TRAVAIL						
Enseignant : GOLDSCHMID M.L. professeur						
Heures total : 30 h.		Par semaine : cours 1 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	..5..	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Buts:

Aider les étudiants à devenir plus performants sur le plan humain:

- expression, productivité et créativité personnelles
- relations interpersonnelles, travail en équipe et conduite des hommes.

Faciliter aux futurs ingénieurs:

- l'entrée dans la vie professionnelle
- le développement de leur carrière et leur épanouissement personnel

CONTENU:

- Introduction à la psychologie
- La personnalité
- Les aptitudes intellectuelles
- L'environnement humain
- Recherche de l'emploi
- Communication efficace
- Gestion de temps
- Management du stress
- Motivation et leadership
- Expression orale et écrite
- Travail en groupe
- Créativité et résolution de problèmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposés, travail individuel et en groupe, jeux de rôles, moyens audiovisuels, conférenciers invités.

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Cours H T E

Préalable requis :

Préparation pour : Mémoire H T E (obligatoire)

Titre : PSYCHOLOGIE DU TRAVAIL						
Enseignant : GOLDSCHMID M.L. professeur						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.6...	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Buts:

Aider les étudiants à devenir plus performants sur le plan humain:

- expression, productivité et créativité personnelles
- relations interpersonnelles, travail en équipe et conduite des hommes.

Faciliter aux futurs ingénieurs:

- l'entrée dans la vie professionnelle
- le développement de leur carrière et leur épanouissement personnel.

CONTENU:

- Introduction à la psychologie
- La personnalité
- Les aptitudes intellectuelles
- L'environnement humain
- Recherche de l'emploi
- Communication efficace
- Gestion du temps
- Management du stress
- Motivation et leadership
- Expression orale et écrite
- Travail en groupe
- Créativité et résolution de problèmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposés, travail individuel et en groupe, jeux de rôles, moyens audiovisuels, conférenciers invités.

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : cours H T E

Préalable requis :

Préparation pour : Mémoire H T E (obligatoire)

Titre : MATHEMATIQUES (répétition)						
Enseignant : K. ARBENZ, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.J...	☐	☒	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Algèbre des nombres complexes; propriétés des fonctions élémentaires : tangente, normale, maxima et minima, point d'inflexion; éléments de géométrie analytique; calcul vectoriel et matriciel; exercices supplémentaires de calcul différentiel et intégral.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de base et spécifiques en mathématiques
Préparation pour : et physique.

Titre : MACHINES HYDRAULIQUES I						
Enseignant : Ugo MOCAFICO, professeur						
Heures total : 60		Par semaine : cours 4 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation HY...	7e.	☒	☐	☐	☒	☐
option TH, ME ....	.....	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître le principe de fonctionnement, les organes principaux, et les caractéristiques essentielles des divers types de turbines et de pompes.

CONTENU

- Définitions; grandeurs caractéristiques; types.
- L'installation hydraulique: détermination de l'énergie et du débit-volume.
- Puissances, pertes, rendements.
- Organes essentiels d'une turbomachine hydraulique: alimentation, réglage du débit, récupération.
- La turbine Pelton: étude théorique et calcul des organes essentiels.

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

DOCUMENTATION : Littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique des fluides, Hydraulique.

Préparation pour :

Titre : MACHINES HYDRAULIQUES II						
Enseignant : Pierre HENRY, professeur						
Heures total :	50	Par semaine : cours 5 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	8e...	☐	☐	☐	☐	☐
orientation HY	.....	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir déterminer le type, les dimensions principales, le tracé hydraulique complet et les contraintes d'installation des turbines à réaction.

CONTENU

- Dessin de la roue FRANCIS
- Dessin de la roue KAPLAN
- Calcul de la bêche spirale
- Calcul du distributeur
- Dimensionnement des diffuseurs de turbines
- Cavitation dans les machines
- Choix du type de machine et de la vitesse spécifique

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

DOCUMENTATION : 4 cours photocopiés: Calcul et tracé de l'aubage Francis; Turbines Kaplan; La cavitation dans les machines hydrauliques; Bâches spirales et semi-spirales.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique des fluides, Hydrauliques.

Préparation pour :

Titre : REGIMES TRANSITOIRES DANS LES INSTALLATIONS HYDRAULIQUES						
Enseignant : Jean PRENAT, chargé de cours						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques :				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique,.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation HY.....	7e..	☒	☐	☐	☒	☐
options ME, TH.....	7e..	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les phénomènes transitoires dans une installation hydraulique et donner les moyens d'en tenir compte lors de l'élaboration d'un projet.

CONTENU

- Etablissement et discussion des équations de base régissant le mouvement varié de l'eau dans une conduite.
- Etablissement de différentes méthodes de résolution:
 - oscillation de masse et chambres d'équilibre
 - coup de bélier d'onde
 - méthode arithmétique d'Allievi
 - méthode graphique de Schnyder-Bergeron
 - méthode des caractéristiques
 - méthode algébrique
 - calcul d'impédance pour des phénomènes périodiques
- Application de ces méthodes à de nombreux problèmes concrets.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra, avec exercices.

DOCUMENTATION : Aide-mémoire polycopié, avec nombreuses illustrations; notes et programmes de calcul de coup de bélier.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Hydraulique, Mécanique des fluides, Mécanique générale et analyse.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : INSTALLATIONS HYDRAULIQUES						
Enseignant : Ugo MOCAFICO, professeur						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation HY..	..8e.	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Situer une machine hydraulique dans une installation; comprendre le rôle des éléments de celle-ci, pour être capable d'identifier les paramètres de base d'un avant-projet.

CONTENU

- Schémas d'aménagements hydrauliques de puissance: (installations à accumulation naturelle ou par pompage, au fil de l'eau, marémotrices; installations de pompes).
- Ouvrages d'adduction et de restitution; organes accessoires: galeries, chambre d'équilibre, conduites forcées et puits blindés, répartiteurs, vannes (types, caractéristiques constructives et de fonctionnement, systèmes de commande).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra, avec exemples.

DOCUMENTATION : Littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique des fluides, Hydraulique, Machines hydrauliques.

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE DES FLUIDES INDUSTRIELS I						
Enseignant : Inge RYHMING, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique .....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orient. HY et TH	7e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Dynamique des écoulements compressibles.

Equation d'énergie, couches limites compressibles, onde de choc normale et oblique, écoulement unidimensionnel et isentropique, buse de Laval.

Equation générale de la dynamique des gaz.

Profils sub- et supersoniques.

La méthode de caractéristiques, applications.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Mécanique des fluides, thermodynamique, transfert de chaleur et de masse.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE DES FLUIDES INDUSTRIELS II						
Enseignant : Inge RYHMING, professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques 2				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orient. HY.....	8e..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Le cours et les projets seront axés sur les applications choisies parmi les domaines suivants:

- Ecoulements diphasiques.
- Aéro/Hydro-élasticité, mécanismes d'excitation des structures.
- Aérodynamique et stabilité de vol.
- Dynamique des fluides et accidents, explosions et émissions, leur prévention et prédiction.
- Dynamique des fluides et pollution.
- Surfaces libres.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Littérature courante.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Mécanique des fluides, thermodynamique, transfert de chaleur et de masse.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : CAVITATION						
Enseignant : François AVELLAN, chargé de cours						
Heures total : 30		Par semaine : cours 3 - Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation HY....	.8e..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Comprendre les phénomènes de cavitation dans les machines hydrauliques pour être capable d'en tenir compte dans la conception de ces machines et des installations hydrauliques.

CONTENU

1. Introduction
2. Phénomènes superficiels: conditions d'interfaces
3. Cavités attachées
4. Cavités convectées
5. Modèles de nucléation
6. Equation de Rayleigh-Plesset, influence sur les performances hydrauliques
7. Erosion par cavitation: collapse d'une cavité, formation d'onde de choc.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations.

DOCUMENTATION : Résumés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique, Mécanique des fluides, Hydraulique

Préparation pour : Tous les cours de l'orientation hydraulique.

Titre : MESURES HYDRAULIQUES**Enseignant : T.-V. TRUONG, chargé de cours****Heures total : 30****Par semaine : cours 2****Exercices****Pratiques****Destinations et contrôle des études :**

Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Mécanique orientation.....		☐	☐	☐	☐	☐
...hydraulique....	7...	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Configurations générales et descriptions fonctionnelles des instruments de mesure:

Capteurs actifs, passifs. Modes analogique, digital. Méthodes de zéro, de déviation. Entrée/sortie des équipements de mesure.

Caractéristiques générales des instruments:

Caractéristiques statiques

Caractéristiques dynamiques

Manipulation, enregistrement et acquisition des données:

Indicateurs et enregistreurs analogiques, digitaux.

Conversions AD, DA. Filtrage.

Mesure des déplacements

Mesure des forces, des couples

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex-cathedra avec démonstration

DOCUMENTATION : polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Mécanique des Fluides, Physique générale

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MESURES HYDRAULIQUES						
Enseignant : T.-V. TRUONG						
Heures total : 30		Par semaine : cours 3 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique orientation		☐	☐	☐	☐	☐
..... hydraulique	8	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etre capable de déterminer les grandeurs d'un champ d'écoulement fluide.

CONTENU

Mesure d'écoulement: pression, vitesse, débit, température.

- A. Sondes de pression: Mesure de pression totale. Mesure de pression statique. Mesure de pression dynamique. Mesure de la direction de l'écoulement. Mesure du frottement local.
- B. Anémomètre à fil chaud: Echange de chaleur. Mesure en écoulement stationnaire. Comportement dynamique. Mode à température constante. Traitement des données.
- C. Anémomètre Laser-Doppler: Théorie des ondes. Lumière diffusée en anémométrie Laser-Doppler. Systèmes optiques et techniques de détection Comportement et génération des particules. Caractéristiques statistiques du signal. Traitement du signal. Traitement et analyse des données.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex-cathedra avec démonstration

DOCUMENTATION : polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Mécanique des Fluides, Physique générale, Hydraulique

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'HYDRAULIQUE						
Enseignant : Conférenciers						
Heures total : 1		Par semaine : cours 1 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation HY...	8e.	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Orienter les étudiants sur la nature des problèmes concrets qui se posent à l'ingénieur hydraulicien et sur la manière professionnelle de les résoudre; l'accent est mis sur les contraintes auxquelles le constructeur est soumis: garanties et compétitivité notamment. L'étudiant peut confronter les enseignements théoriques avec les exigences de la profession et s'initier aux méthodes de travail de l'industrie. En plus, compléter la formation dans le domaine des pompes.

CONTENU

Méthodes modernes de dimensionnement des turbopompes.

Conception moderne et développement des machines, de leurs accessoires et des installations hydrauliques.

Problèmes de conception en relation avec la construction et l'exploitation des aménagements hydroélectriques et avec le rôle actuel et futur de l'énergie hydroélectrique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposés d'ingénieurs dirigeants de l'industrie des machines hydrauliques; présentation de documentation industrielle; discussion

DOCUMENTATION : Littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Tous les cours de l'orientation HY.

Préparation pour :

Titre : SIMILITUDE ET EFFETS D'ECHELLE						
Enseignant : Pierre HENRY, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation HY.....	7e..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître les critères de similitude utilisés en machines hydrauliques. 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

- Recherche des critères de similitude pour la mesure des performances des machines hydrauliques sur modèle réduit
- Discussion des critères
- Etude des effets d'échelle
- Etablissement des formules de valorisation du rendement
- Essais des machines hydrauliques
- Installations d'essai, systèmes de mesure.

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

DOCUMENTATION : Figures et exemples.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : }
Préparation pour : } Machines hydrauliques.

Titre : METHODES NUMERIQUES EN MECANIQUE DES FLUIDES						
Enseignant : M. DROTZ						
Heures total : 45		Par semaine : cours 3 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation HY	7	☒	☐	☐	☒	☐
orientation TH	7	☐	☐	☒	☒	☐
orientation ME	7	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Initier l'étudiant aux méthodes numériques avancées utilisées pour la restitution et la modélisation des écoulements fluides.

CONTENU

1. Rappels sur les équations fondamentales de la mécanique des fluides et leurs formulations particulières.
2. Théorie élémentaire des équations différentielles du second ordre, type (hyperbolique, parabolique, elliptique), problèmes aux limites.
3. Eléments de bases de méthodes aux différences finies, discrétisation (centrée, rétrograde, progressive, implicite, explicite), convergence, stabilité, consistance, schémas types.
4. Transformations et génération de maillage: concepts (monobloc, multi-bloc, structure aléatoire, maillage adaptatif), schémas (méthodes différentielles, algébriques).
5. Méthodes de résolution numérique d'écoulements non visqueux: potentiels (Jacobi, Gauss-SEIDEL, S.O.R., méthode des panneaux, Murman-Coles), Euler (Lax-Wendroff, MacCormack, caractéristiques, pseudo-instationnaire, volumes finis).
6. Méthodes de résolution numérique d'écoulements visqueux: couche limite (Crank-Nicholson), Navier-Stokes (Beam-Warming).
7. Autres méthodes (éléments finis, méthodes spectrales).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices

DOCUMENTATION : notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Machines hydrauliques, Mécanique des fluides, Turbomachines thermiques.

Préalable requis : Mécanique des fluides, analyse fonctionnelle et numérique, informatique.

Préparation pour :

Titre : TURBULENCE DES ECOULEMENTS INCOMPRESSIBLES						
Enseignant : François AVELLAN, chargé de cours						
Heures total : 30		Par semaine : cours 3 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
Orientation HY...	..8e..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire la turbulence, sensibiliser l'étudiant à l'importance de la turbulence dans les écoulements techniques; donner les outils théoriques nécessaires à la description et à l'analyse des écoulements turbulents.

CONTENU

1. Manifestation de la turbulence
2. Description statistique de la turbulence
3. Equations du mouvement moyen: les grosses structures de la turbulence
4. Equations du mouvement fluctuant: les petites échelles de la turbulence

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Résumés écrits

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique des fluides, Hydraulique.

Préparation pour : Tous les cours de l'orientation hydraulique.

Titre : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE						
Enseignant : Jean-Pierre CORBAT, chargé de cours						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique TH.....	7.....	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique HY + ME.....	7.....	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

1. Généralités

Eléments des moteurs à mouvement alternatif - Moteurs à deux et quatre temps - Rapport de compression - Moteurs Diesel et Otto - Moteurs à pistons rotatifs - Types de moteurs non-traditionnels - Suralimentation - Caractéristiques de fonctionnement - Applications - Moteurs et environnement.

2. Thermodynamique du moteur à combustion interne

Combustion et combustible - Cycles théoriques et cycles réels - Pression moyenne - Méthodes de calcul thermodynamique des cycles - Simulation par ordinateur des cycles de moteur - Rendements.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

ex cathedra avec exercices corrigés et exemples.

DOCUMENTATION :

Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Mécanique générale, Thermodynamique, Eléments de machine

Préalable requis :

Résistance des matériaux, Mécanique des Fluides.

Préparation pour :

Titre : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE						
Enseignant : Jean-Pierre CORBAT, chargé de cours						
Heures total : 20	Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques					
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
Orientation TH. .8...	.8...	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

1. Mécanique du moteur à combustion interne

Système bielle-manivelle - Loi du mouvement du piston - Disposition des cylindres - Ordre d'allumage - Méthodes d'équilibrage - Calcul du volant - Vibrations de torsion Contraintes - Amortisseurs.

2. Construction des moteurs à combustion interne

Résistance des matériaux aux forces alternatives - Coefficients de forme - Bâti - Bloc-moteur - Carter - Cylindres - Contraintes thermiques - Culasse - Piston - Bielle - Vilebrequin - Paliers.

3. 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.

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

DOCUMENTATION : cours polycopié.

LIASON AVEC D'AUTRES COURS : Suite du cours avec même titre du 7ème semestre

Préalable requis : Mécanique générale, Thermodynamique, Eléments de machine,

Préparation pour : Résistance des matériaux, Mécanique des Fluides

Titre : TURBOMACHINES THERMIQUES						
Enseignant : Albin Böls, Professeur						
Heures total : 60		Par semaine : cours 4 . Exercices			Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
Orient. TH.....	7e..	☒	☐	☐	☒	☐
HY + ME.....	.....	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir dimensionner les éléments importants de turbomachines en tenant compte de tous les aspects majeurs (écoulement - résistance - nuisances - économie) et en appliquant les méthodes 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 sont calculés.

CONTENU

1. Introduction

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

2. Principé 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

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

4. Théorie élémentaire des compresseurs

Calcul élémentaire des compresseurs, types des 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.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

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

Titre : TURBOMACHINES THERMIQUES						
Enseignant : Albin Böls, Professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique .....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
Orient. TH	8e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir dimensionner les éléments importants de 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 sont calculés.

CONTENU

7. Caractéristique de fonctionnement
Caractéristique d'une turbine et d'un compresseur, fonctionnement d'un compresseur avec récepteur, réglage.
8. Similitude des régimes de fonctionnement
9. Éléments de construction
10. Méthodes de calcul de l'écoulement dans des grilles d'aubes
11. Écoulement tridimensionnel dans l'aubage des turbomachines
Équilibre radial, conception des aubages pour l'écoulement tridimensionnel.
12. Turbomachines transsoniques
13. Dimensionnement mécanique
Contraintes mécaniques et thermiques, vibrations, contraintes dynamiques, aéro-élasticité.
14. Problèmes thermiques des turbomachines
Production de l'énergie thermique, refroidissement des éléments chauds de la turbine.
15. Matériaux pour turbomachines
Matériaux pour des éléments froids et chauds, fluage, érosion.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ENERGETIQUE						
Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique orient. TH ...7..		☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir traiter correctement les problèmes relatifs aux systèmes thermiques. Maîtriser les questions d'énergétique : efficacité, rendement exergetique.

CONTENU

1. Chaudière à vapeur.
2. Installations motrices à vapeur.
3. Installations motrices à gaz, installation combinée gaz-vapeur.
4. Installations génératrices (thermopompes, frigopompes : compression, absorption, adsorption, éjection de vapeur).
5. Stockage thermique : critère d'optimalité exergetique d'un stock liquide stratifié.
6. Thermodynamique linéaire des phénomènes irréversibles : approche phénoménologique, principe de réciprocité d'Onsager et de Casimir. Théorème de Prigogine. Effets thermoélectriques.

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

DOCUMENTATION : Livres: "Thermodynamique et Energétique" Vol.I par L. BOREL. Editions PPR, 87.

"Thermodynamique et Energétique" Vol.II par L. BOREL, D.-L. NGUYEN, M. BATATO. Editions PPR, 1987.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : M. BATATO. Editions PPR, 1987.

Préalable requis : Thermodynamique et Energétique (2^e année), Cours Transfert de chaleur

Préparation pour : et de masse.

Notamment tous les projets de l'orientation Thermique.

Titre : ENERGETIQUE DU BATIMENT						
Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours ²		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
...orientation.TH	..7..	☒	☐	☐	☒	☐
Physiciens.....	.....	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etre capable de faire des projets d'application et de participer au développement de solutions nouvelles dans le domaine du chauffage et de la climatisation en ayant pour but l'économie d'énergie, l'utilisation de l'énergie solaire et l'incorporation de l'automatique dans la conception et la gestion des installations.

CONTENU 1. **Introduction:** Energie utilisée dans les bâtiments. Coût de construction et frais d'exploitation. Principes généraux d'économie d'énergie. Pollution. Charges et besoins: distribution classée, simultanéité, atténuation et déphasage, stockage. Utilisation de l'énergie solaire: rayonnement solaire, modèles statistiques, capteurs, dimensionnement d'installations.

2. **Conditions de confort de l'homme:** Qualité de l'air, nuisances. Filtration. Humidité. Métabolisme du corps humain, bilan thermique, équation du confort, importances relatives des paramètres.

3. **Calcul des charges:** Influence de la forme, de l'exposition et du mode d'utilisation du bâtiment. Charges climatiques, rayonnement. Transfert combinés. Inertie. Actions instantanées et actions retardées. Ventilation. Récupération sur l'air extrait. Valeurs intégrées des charges. Degrés-jours, énergie solaire surfacique. Production d'eau chaude sanitaire (ECS). Stockage ECS. Hydroaccumulation

4. **Méthodes de dimensionnement:** Conditions non stationnaires. Evaluation de risques: répartition de plusieurs variables, valeurs extrêmes, utilisation de chaînes de Markow.

5. **Mouvements de l'air:** Etude d'une cellule élémentaire. Mouvement de l'air, déplacement, brassage, étude du jet. Essais sur modèle. Similitude.

6. **Système de chauffage et de climatisation:** Fluides chauffants. Corps de chauffe. Eléments incorporés dans la construction. Chaufferie, efficacité des chaudières. Distribution. Climatisation. Systèmes: tout air, tout eau, air et eau. Haute et basse pression. Débit air constant ou variable. Monogaine ou double gaine. Utilisation de pompes à chaleur. Exemples d'équipement d'immeuble.

7. **Régulation:** Introduction. Dynamique du bâtiment, milieu réglé. Réponses individuelles. Eléments de la boucle de régulation. Boucle entière, stabilité, réponse. Utilisation de microprocesseurs. Centralisation, individualisation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples d'application. Projet personnel ou en groupe de 2, théorique ou pratique, en option.

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Transfert de chaleur et de masse, Thermodynamique, Réglage automatique.

Préparation pour :

Titre : PROCÉDES THERMIQUES INDUSTRIELS						
Enseignant : Ph. JAVET, professeur						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation TH....	8e	☒	☐	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 polycopiées distribuées au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Transfert de chaleur et de masse.

Préparation pour :

Titre : SYSTEMES DE CHAUFFAGE ET DE REFRIGERATION						
Enseignant : André TASTAVI, chargé de cours						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique - Or. TH	..8..	☒	☐	☐	☒	☐
Physique.....	..8..	☐	☐	☒	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS A la fin du cours, l'étudiant doit être capable de:

- concevoir et dimensionner une installation de thermopompe, de frigopompe ou de climatisation,
- analyser et améliorer une installation existante
- dimensionner un compresseur à piston

CONTENU

THERMOPOMPES ET FRIGOPOMPES

1. Généralités: historique - classement des installations - domaines d'utilisation
2. Bases thermodynamiques: rappels - cycles
3. Cycles à compression: généralités - cycle théorique de Carnot - cycles théoriques et réels avec changements de phases
4. Composants des installations: agents nocifs des circuits - compresseurs hermétiques et hermétiques accessibles - condenseurs - détendeurs - évaporateurs - givrage des évaporateurs à air - appareils annexes
5. Cycles à absorption: généralités - diagrammes de Oldham et enthalpie - concentration de Merkel - étude complète d'un cycle - amélioration du cycle simple.
6. Procédés spéciaux: cycles à éjection de vapeur - séparateurs thermiques: tubes de Ranque et de Bertin
7. Thermopompe: applications - combinaison des besoins: chaleur, froid, électricité - industries chimique et de séchage.

CLIMATISATION

1. Traitement de l'air: hiver, été - centrale de traitement: chauffage, réfrigération, humidification, séchage.

COMPRESSEURS VOLUMETRIQUES

Cycle théorique de compresseur à piston - compresseur à piston réel - compression de l'air - compresseurs à piston spéciaux - compresseurs rotatifs - cinématique du compresseur à piston - technologie des compresseurs à piston - pompes à vide.

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

DOCUMENTATION : Cours polycopiés. Bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Thermodynamique et Energétique, Mécanique des fluides,

Transfert de chaleur et de masse, réglage

Préalable requis :

Préparation pour : Examen final.

Titre : CHAPITRES CHOISIS EN ENERGETIQUE						
Enseignant : André TASTAVI, chargé de cours						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
..Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
....orientation JH ..7..	..7..	☒	☐	☐	☒	☐
....orient.. HV. & ME ..7..	..7..	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours l'étudiant doit être capable de résoudre des problèmes généraux de gestion de l'énergie (chaleur et électricité) dans un certain nombre de cas particuliers.

CONTENU

1. Traitement de l'air

Cycles d'hiver et d'été. Centrale de traitement: chauffage, refroidissement, humidification, séchage. Etude d'une cellule élémentaire. Récupération de chaleur.

2. Energétique des procédés de fabrication

Bases théoriques. Exemples d'applications pratiques dans l'industrie agro-alimentaire et dans l'industrie chimique.

3. Installations de turbines à vapeur et à gaz

Centrales combinées gaz-vapeur. Centrales de turbines à gaz à stockage. Améliorations de centrales existantes (puissance, rendement).

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

DOCUMENTATION : Cours polycopiés, Bibliographie.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Thermodynamique, Energétique, Transfert de chaleur et de masse,

Préparation pour : Mécanique des Fluides.

Projets et laboratoires de Thermique

Titre : CHAPITRES CHOISIS EN TURBOMACHINES THERMIQUES						
Enseignant : Albin Bölcs, Professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 3		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique .....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
Orient. TH	8e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Comprendre des phénomènes physiques spécifiques des turbomachines avancées.

Savoir appliquer les méthodes de la dynamique des gaz pour calculer l'écoulement supersonique dans des aubages des turbomachines.

CONTENU

1. Pourquoi des turbomachines à régime transsonique.
2. Compléments concernant la dynamique des gaz.
3. L'aile isolée en régime supersonique.
4. Aubages transsoniques de compresseur.
5. Aubages transsoniques de turbines.

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

Préparation pour :

Titre : MESURES THERMIQUES						
Enseignant : FRANSSON Torsen - chargé de cours						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	.....	☐	☐	☐	☐	☐
Orient. TH	8e	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir choisir la méthode de mesure adéquate pour les machines et installations thermiques.

CONTENU

- Similitude et analogie, mesures sur modèles.
- Mesure des pressions statiques et dynamiques (sondes, capteurs).
- Méthodes optiques pour la mesure et la visualisation de l'écoulement (Schlieren, holographie, laser).
- Mesures de la température et de coefficients de transfert de chaleur.
- Mesure des phénomènes instationnaires (vibrations, acoustique)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exercices

DOCUMENTATION : Notes photocopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Cours de conception de turbomachines, 7e semestre

Préalable requis : Méc. des Fluides, Transfert de chaleur, Résist. des matériaux,

Préparation pour : Science des matériaux, Dynamique appliquée, Construction, Thermo-dynamique.

Titre : MACHINES OUTILS ET AUTOMATES						
Enseignant : François PRUVOT, professeur						
Heures total : 60		Par semaine : cours 4 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
.. Mécaniciens. ME.	7ème	☒	☐	☐	☒	☐
.. Options.....	7ème	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 théoriques 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 d'organes de machines-outils.

D'abord, 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 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.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Ex cathedra avec nombreuses projections.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : polycopiés Machines-outils et Automates Vol. 1,2,3 et 4.

Préalable requis : Machines-outils et Automates (8e Sem) Concep. des sys. 8e S.

Préparation pour : Initiation aux automates industriels, 6ème semestre.

Machines-outils et automates 8ème semestre.

Titre : MACHINES OUTILS ET AUTOMATES						
Enseignant : François PRUVOT, professeur						
Heures total : 50		Par semaine : cours 5 Exercices - Pratiques -				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécaniciens ME	8ème	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 dynamique,
- 4) une étude thermique,
- 5) une étude technologique permettant, à chaque fois, de dégager des solutions à tout problème identifié.

Sur les 5 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.

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

DOCUMENTATION : polycopiés Machines-outils et Automates Vol. 5,6,7.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Machines-outils et Automates 7ème semestre. Conception de systèmes (8ème semestre).

Préalable requis :

Préparation pour : Machines outils et automates 7ème semestre.
Travail théorique de diplôme.

Titre : SYSTEMES DE CFAO						
Enseignant : Michel PORCHET, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours ³ Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Orientation ME	8ème	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Le cours ne vise à former ni des opérateurs ni des développeurs de systèmes CFAO. A la fin du cours, l'étudiant sera capable de définir l'impact de l'introduction de la CFAO dans une entreprise, de participer à l'implantation d'un tel système en particulier par l'élaboration d'un cahier des charges et d'un plan d'introduction.

CONTENU

- définition de la CFAO
- les produits CFAO
- l'analyse fonctionnelle d'un produit CFAO mécanique
- logiciels de base, système d'exploitation, langage, éditeurs, systèmes de gestion de bases de données
- l'introduction de la CFAO dans l'entreprise, facteurs humains, techniques et économiques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec discussion

DOCUMENTATION : cours polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Eléments de construction I, II, Construction des machines
 Préparation pour : (Cours et projets) programmation I et II
 Projets 8ème semestre diplôme

Titre : COMMANDE DES MACHINES						
Enseignant : H. MULKENS, J.D. DECOTIGNIE chargés de cours - (régime-transitoire) -						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques 0				
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
.Orientation.ME..	2ème.	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Au terme du cours, l'étudiant aura appris les bases de la microinformatique, à savoir le fonctionnement des microprocesseurs, leurs interfaces avec la mémoire et avec des périphériques, les modes d'adressage et les modes d'échange d'information avec les périphériques (interruptions - polling).
L'étudiant apprendra le langage assembleur du microprocesseur Motorola 68000 ainsi que le langage de haut niveau Modula-2, dans des applications de commande et lecture de signaux extérieurs.

CONTENU

1. Représentation et traitement de l'information - Nombres binaires, octaux, hexadécimaux.
2. Architecture d'ordinateurs : jeu d'instructions - modes d'adressage - bus internes
3. Langage de programmation assembleur et Modula-2
4. Interfaces de périphériques : registres - signaux - échange d'information - communication par ligne série (RS-232C)
5. Introduction à la conception de systèmes de commande : tâches - compétition/coordination - système d'exploitation - notion de temps réel
6. Formalisation d'automatismes : réseau de Petri et Grafset

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours et travaux pratiques sur stations G-64/LIT

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Informatique temps réel
Préparation pour : Conception de systèmes

Titre : CONCEPTION DE SYSTEMES							
Enseignant : H. MULKENS, J.D. DECOTIGNIE , chargés de cours							
Heures total : 40		Par semaine : cours 2		Exercices		Pratiques 2.	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Mécanique.....	8ème..	☒	☐	☐	☒	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

L'étudiant devra être capable en définitive de formuler précisément le cahier des charges d'une commande de machine et d'aborder celui du système informatique de contrôle et de gestion d'un système de fabrication.

Il sera capable de spécifier les composants de la commande à savoir : capteurs, effecteurs, interfaces, cartes électroniques, micros et mini-ordinateurs.

L'emploi d'automates programmables et de commandes numériques sera expliqué au cours des travaux pratiques.

Dans le domaine du logiciel, l'étudiant connaîtra les concepts de système temps réel et système multitâches ainsi que les méthodes de communication entre systèmes informatiques.

CONTENU

1. Introduction : la notion de système de fabrication
2. Analyse du fonctionnement d'un système de fabrication
3. Capteurs et conditionnement du signal
4. Effecteurs et amplificateurs de puissance
5. Interface entre partie opérative et partie commande
6. Composants d'un système de fabrication
7. Architecture des systèmes de commande
8. Automates Programmables Industriels
9. Cartes microsystèmes et ordinateurs de processus
10. Commandes Numériques
11. Les réseaux informatiques industriels
12. La commande en temps réel
13. Méthodologie de conception de systèmes. Approche de la gestion de système

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Chapitres choisis du cours, laboratoires ou mini-projets

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Commande de Machines-Informatique temps réel - Informatique Industrielle Réglage automatique

Préalable requis :

Préparation pour : Diplôme

Titre : MECANIQUE DES DEFORMATIONS ET DE LA RUPTURE						
Enseignant : Bernhard ILSCHNER, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Matériaux.....	5e...	☒	☐	☐	☐	☐
Mécaniciens....	7e...	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de comprendre et de prévoir le comportement réel des matériaux sous contrainte au-dessus du domaine élastique - dont il résulte soit une déformation plastique accompagnée d'écroutissement, soit une rupture fragile. L'étudiant pourra appliquer les méthodes et les notions de la mécanique de rupture.

CONTENU

1. La déformation élastique et anélastique.
2. L'écroutissement / la consolidation: description phénoménologique et aspect microstructural. Instabilité de la déformation par traction : la striction.
3. Ténacité des métaux. Effet de la vitesse. Rupture ductile.
4. Fatigue des métaux sous contrainte périodique. Rôle de la structure des surfaces, 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.
7. Méthodes standardisées des essais utilisant la mécanique de rupture.
8. L'aspect statistique. La notion d'endommagement.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec périodes de discussions.

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées. Bibliographie.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : TRANSMISSIONS HYDROMECHANQUES						
Enseignant : François PRUVOT, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 0 Pratiques 0				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécaniciens ME...	7ème..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours est couplé avec le cours "Transmissions électrohydrauliques" du 8ème semestre (C. KOHLER). 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

Les transmissions : transmissions mécaniques pour charges tournantes : définition et structure. Modèle général des transmissions de puissance. Règle des 3 arbres, noeuds planétaires et noeuds mécaniques. Indépendance linéaire. Graphes associés. Matrices des vitesses et des couples. Exercices d'application à différents types de transmissions.

Transmissions hydrostatiques et transmissions hydromécaniques.

Bases de calcul des pompes et moteurs hydrauliques à hautes performances, bases des transmissions hydrostatique : différents types, premier dimensionnement interne, équilibre du barillet.

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

DOCUMENTATION : cours polycopié (transmissions mécaniques de puissance, pompes et moteurs hydrauliques)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Transmissions électrohydrauliques

Préalable requis : Réglage automatique

Préparation pour : Travail théorique de diplôme.

Titre : TRANSMISSIONS ELECTROHYDRAULIQUES						
Enseignant : Christian KOHLER, chargé de cours						
Heures total : 40		Par semaine : cours 3 Exercices 1 Pratiques 0				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
. Mécaniciens-ME..	8e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours est couplé avec le cours "Transmissions hydromécaniques" du 8ème semestre (F. PRUVOT). 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 commandes, 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 : Transmissions hydromécaniques

Préalable requis : Réglage automatique I et II.
Préparation pour : Transmissions hydromécaniques

Titre : METHODES DE CALCUL EN MECANIQUE DES SOLIDES						
Enseignant : Alain CURNIER, chargé de cours						
Heures total :	60	Par semaine : cours 3 Exercices 1 Pratiques 0				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
....Mécanique...ME	...7ème	☐	☐	☐	☐	☐
....Mécanique...HY-TH	...7ème	☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

S'initier aux trois méthodes d'analyse numérique les plus couramment utilisées en dynamique du solide nonlinéaire.

CONTENU

1. Le problème "modèle" de la barre : rappels de dynamique du solide nonlinéaire (grandes déformations, plasticité) simplifiée à une dimension. Importance du principe des travaux virtuels.
2. La discrétisation spatiale : révision de la méthode des éléments finis (cf. MA.III) - Addition des termes nonlinéaires et d'inertie.
3. Le traitement des nonlinéarités : adaptation de la méthode des linéarisations successives (de Newton et variantes) aux grandes déformations.
4. L'intégration dans le temps : spécialisation de la méthode des différences finies à la résolution des équations de la dynamique des structures.
5. La combinaison des trois méthodes : description de l'algorithme global et discussion de sa programmation.
6. Le solide en deux et trois dimensions : généralisation des techniques précédentes à des problèmes plans, axisymétriques et tridimensionnels.
7. L'analyse numérique d'un sujet plus pointu comme : les problèmes de contacts secs ou lubrifiés, les plaques et coques, les sous-structures, l'analyse et la synthèse modale, les lois de comportement, etc.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices et projets (faisant appel à l'ordinateur)

DOCUMENTATION : chapitres photocopiés + notes manuscrites

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique appliquée III.

Préparation pour :

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE III						
Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/DME						
Heures total :	30	Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	7è.	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiques.....	7è.	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique.....	7è.	☐	☐	☒	☒	☐
Mécanique.....	7è.	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique.....	7è.			☒	☒	

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable d'implanter sur ordinateur des algorithmes de conduite et de réglage optimaux basés sur une représentation d'état.

CONTENU

- Introduction : Conduite de processus hiérarchisée.
- Programmation dynamique : Principe d'optimalité.
Equation de récurrence. Méthode des approximations successives.
Equation de Hamilton-Jacobi.
- Problème du régulateur : Commande a priori.
Fonction-coût quadratique. Solutions dans les cas continu et discret. Solutions stationnaires. Placement des valeurs propres. Observateurs linéaires. Théorème de séparation.
- Extensions du problème du régulateur : Elimination de l'effet des perturbations. Degré de stabilité prescrit. Valeurs nominales non nulles. Algorithmes à horizon fuyant.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices.

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Réglage automatique I et II. Analyse mathématique.

Préparation pour : Réglage automatique IV.

Titre : SIMULATION I						
Enseignant : MARCUARD Jean-Daniel, chargé de cours,						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
..Electricité.....	..5è.	☐	☐	☒	☒	☐
..Informatique...	..5è.	☐	☐	☒	☒	☐
..Mécanique.....	..7è.	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur les systèmes dynamiques linéaires. Il sera en mesure de saisir la structure de tels systèmes et maîtrisera des méthodes d'identification modernes.

CONTENU

- Introduction : Mise en équations de systèmes physiques. Modèles de connaissance et de représentation. Exemples industriels. Etude des systèmes par simulation.
- Représentation des systèmes : Représentation par fonction de transfert. Représentation par équations d'état.
- Simulation par variables d'état : Solution des équations d'état. Matrice de transfert. Algorithmes de calcul de l'exponentielle d'une matrice. Simulation par matrice de transition. Décomposition modale.
- Simulation par fonction de transfert : Gouvernabilité et observabilité. Interprétation par les formes canoniques de Jordan. Construction de modèles d'état à partir des matrices de gouvernabilité et d'observabilité.
- Identification récurrente : Projection orthogonale. Méthode des moindres carrés; forme récurrente.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices.

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique élémentaire et algèbre linéaire.

Préparation pour : Simulation II.

Titre : PROJET D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES						
Enseignant : U. MOCAFICO, P. HENRY, I. RYHMING, professeurs						
Heures total : 105 (60*)		Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 7 (4*)				
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique, or. HY	7...	☒	☐	☐	☐	☒
Option* (4 heures)	7...	☐	☐	☒	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

Etude théorique de problèmes de mécanique des fluides industrielle: écoulements internes, externes et couche limite.

Etude hydraulique, mécanique et construction d'un organe de turbine ou de pompe.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Travail individuel, éventuellement en groupes de 2 étudiants.

DOCUMENTATION : Littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Tous les cours de l'orientation HY; Mécanique des fluides, hydraulique.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROJET D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES						
Enseignant : U. MOCAFICO, P. HENRY, I. RYHMING, professeurs						
Heures total : 60		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques 6
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation HY...	.8e..	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

Etude théorique de problèmes de mécanique des fluides industrielle: écoulements internes, externes et couche limite.

Etude hydraulique, mécanique et construction d'un organe de turbine ou de pompe.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Travail individuel, éventuellement en groupes de 2 étudiants.

DOCUMENTATION : Littérature spécialisée (IMHEF, industrie, associations scientifiques, congrès, etc.).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Tous les cours de l'orientation HY; Mécanique des fluides; hydraulique.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROJET DE THERMIQUE I						
Enseignant : Albin BOELCS et Jean-Claude GIANOLA, professeurs						
Heures total : 90 (60*)		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques 6 (4*)
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	.....	☐	☐	☐	☐	☐
Orientation TH	7e	☒	☐	☐	☐	☒
Options HY, ME (*)	7e	☐	☐	☒	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Mettre en pratique les connaissances acquises dans les cours de Thermique.

CONTENU

- Transfert de chaleur et de masse
- Moteurs à combustion interne
- Turbomachines thermiques
- Energétique
- Energétique du bâtiment
- Installations thermiques

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 THERMIQUE II						
Enseignant : Albin BOELCS et Jean-Claude GIANOLA, professeurs						
Heures total : 120		Par semaine : cours		Exercices	Pratiques	12
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	.....	☐	☐	☐	☐	☐
Orientation TH	8e	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir une méthode de travail nécessaire au futur ingénieur grâce à des projets choisis dans les domaines de recherche et de développement du Laboratoire de thermique appliquée et de turbomachines (LTT) et du Laboratoire de Thermodynamique et d'Energétique (LTE).

CONTENU

Tous les domaines d'activité du LTE et du LTT sont concernés sous la forme de :

- applications du cours
- calculs avec des programmes existants
- études théoriques et développement de programmes de calcul
- conception et réalisation des équipements d'essais
- études expérimentales

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 MECANIQUE APPLIQUEE I (HIVER)						
Enseignant : M. DEL PEDRO, M. PORCHET, F. PRUVOT, N. XENOPHONTIDIS,						
Heures total : 150 ou 60		Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 10 ou 4				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique MA	7ème	☒	☐	☐	☐	☒
Mécanique HY, TH		☐	☐	☒	☐	☒
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Au cours de la quatrième année, les étudiants de l'orientation MA ont à effectuer deux projets de mécanique appliquée, désignés I (HIVER) et II (ETE). Les thèmes de ces projets sont choisis dans les domaines de recherche et de développement de l'IMECO (Institut de mécanique appliquée et de construction des machines). Au total, un tiers environ du travail est de nature expérimentale.

CONTENU

Domaines d'activité de l'IMECO

- Analyse des contraintes et déformations
- Mécanique vibratoire
- Méthodes numériques de la mécanique
- 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.

REMARQUES

Le projet de mécanique appliquée I (HIVER) est proposé en option aux étudiants des orientations hydraulique (HY) et thermique (TH) avec un total semestriel de 60 h. (au lieu de 150 h. pour MA).

Les étudiants des orientations (HY) et (TH) choisissant l'option CFAO devront faire un projet de 6h (et non 4h.) soit un total semestriel de 90 h.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : travail personnel guidé, en laboratoire et salle de projets

DOCUMENTATION : polycopiés et bibliothèques de l'IMECO

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Ensemble des cours de la 3ème année

Préparation pour :

Titre : PROJET DE MECANIQUE APPLIQUEE II (ETE)						
Enseignant : M. DEL PEDRO, M. PORCHET, F. PRUVOT, N. XENOPHONTIDIS,						
Heures total : 160		Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 16				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique MA	8ème	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Au cours de la quatrième année, les étudiants de l'orientation MA ont à effectuer deux projets de mécanique appliquée, désignés I (HIVER) et II (ETE). Les thèmes de ces projets sont choisis dans les domaines de recherche et de développement de l'IMECO (Institut de mécanique appliquée et de construction des machines). Au total, un tiers environ du travail est de nature expérimentale.

CONTENU

Domaines d'activité de l'IMECO

- Analyse des contraintes et déformations
- Mécanique vibratoire
- Méthodes numériques de la mécanique
- 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.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : travail personnel guidé, en laboratoire et salle de projets

DOCUMENTATION : photocopies et bibliothèques de l'IMECO

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Orientation MA du 7ème semestre

Préparation pour : -

Titre : PROJET D'AUTOMATIQUE						
Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur						
Heures total :	60	Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 4				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	7è...	☐	☐	☒	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Appliquer sur un cas concret les connaissances acquises dans le cours de Réglage automatique.

CONTENU

Un processus industriel est étudié en vue de son automatisation (commande ou réglage). Une réalisation pratique peut être demandée.

Le projet comprend l'étude dynamique du système, éventuellement la simulation.

Le domaine d'application peut être laissé au choix de l'étudiant.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Projet individuel, éventuellement à deux.

DOCUMENTATION : De l'Institut d'Automatique et de l'industrie.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Application des cours de Réglage I et II et simulation.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MESURE DES DEFORMATIONS						
Enseignant : P. JACQUOT, chargé de cours						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique	8	☐	☒	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A l'issue du cours, l'étudiant doit

- avoir assimilé les phénomènes et principes mis en jeu dans chaque groupe de méthodes;
- être en mesure d'imaginer des adaptations de schémas types en fonction de la nature des déformations à mesurer.

CONTENU

- Présentation des méthodes de photographie speckle, d'interférométrie speckle et d'interférométrie holographique.
- Rappel des notions d'ondes simples monochromatiques et d'éléments de la théorie de diffraction.
- Définition du speckle. Influence des déformations et des déplacements de l'objet sur les propriétés du speckle.
- Photographie speckle: mesure des déformations dans le plan; enregistrement, dépouillement, filtrage point par point et à champ complet.
- Interférométrie speckle: mesure d'une composante de la déformation; technique de la double exposition; technique du masque; variantes.
- Interférométrie holographique: mesure des déformations hors du plan; enregistrement, restitution et dépouillement.
- Résumé comparatif: nature et étendue des domaines de mesure; limitations; sensibilité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Ex cathedra.

DOCUMENTATION :

Fiches et documents photocopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable utile pour: - construction de machines
- mécanique appliquée
- métrologie optique.

Titre : PHOTOELASTICITE						
Enseignant : Léopold PFLUG, professeur						
Heures total : 15		Par semaine : cours		Exercices	Pratiques	1
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	7	☐	☐	☒	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Etre en mesure de tracer les isostatiques d'une structure à deux dimensions.
- Etre en mesure de déterminer la distribution des contraintes de corde de long d'un contour d'une structure à deux dimensions, ainsi que les zones tendues et les zones comprimées.
- Etre en mesure de déterminer un facteur de concentration de contraintes.

CONTENU

- Rappel des notions fondamentales d'élasticité bi-dimensionnelle.
- Théorème de Lamé-Maxwell.
- Les réseaux caractéristiques.
- Points singuliers d'ordre I.
- Les bases optiques de la photoélasticité.
- Exercices pratiques par groupe de deux ou trois étudiants.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Le cours comporte une partie théorique, illustrée d'exemples concrets et une partie expérimentale comportant des manipulations en laboratoire.

DOCUMENTATION : Fiches et documents polycopiés; photographies réalisées par les participants.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Statique et Résistance des Matériaux.

Préalable utile pour :
 - Construction de machines.
 - Mécanique appliquée.

Titre : MOIRES						
Enseignant : Léopold PFLUG, professeur						
Heures total : 10		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques 1
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	8.....	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Etre en mesure de tracer les isothétiques relatives à une direction donnée.
- Etre en mesure de déterminer les déformations principales en un point quelconque d'une structure bi-dimensionnelle.
- Etre en mesure de différencier les zones plastifiées et les zones élastiques de la structure examinée.

CONTENU

- Définition du phénomène.
- Domaines d'application - Les différents types de moirés.
- Etude des déformations planes (u,v) + moiré de contact - moiré aléatoire.
- Etude des déformations hors du plan (w) + moiré d'ombre - moiré de projection - moiré de réflexion.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Le cours comporte une partie théorique, illustrée d'exemples concrets et une partie expérimentale comportant des manipulations en laboratoire.

DOCUMENTATION : Fiches et documents polycopiés; photographies réalisées par les participants.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Statique et Résistance des Matériaux.

Préalable utile pour :

- Construction de machines.
- Mécanique appliquée.

Titre : LABORATOIRE D'ENERGETIQUE ET DE THERMIQUE							
Enseignant : Professeurs et Chef de Section							
Heures total : 60		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques 4	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Mécanique orient.TH	7	☒	☐	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Savoir concevoir un programme d'essais, choisir et maîtriser l'instrumentation adéquate, dépouiller les résultats, faire une évaluation critique et présenter la synthèse de son travail dans un rapport écrit.

CONTENU

Moteur Diesel
 Installations frigorifiques
 Turbines à gaz
 Compresseur radial
 Capteurs solaires
 Tuyères supersoniques
 Soufflerie
 Instrumentation et Mécanique des Fluides
 Pompes à chaleur

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Labos de type démonstration et technique de mesure.

DOCUMENTATION : Introduction et manuels des différents instruments et installations.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préable requis : Thermodynamique. Mécanique des fluides appliquée. Turbomachines.
 Préparation pour : Hélio-technique. Moteurs à combustion interne. Installations thermiques.
 Admission à l'examen final, branche pratique.

Titre : LABORATOIRE D'ENERGETIQUE ET DE THERMIQUE						
Enseignant : Professeurs et Chef de Section						
Heures total : 60		Par semaine : cours		Exercices	Pratiques 6	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique orient. TH ... 8.		☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir concevoir un programme d'essais, choisir et maîtriser l'instrumentation adéquate, dépouiller les résultats, faire une évaluation critique et présenter la synthèse de son travail dans un rapport écrit.

CONTENU

Etude particulière personnelle liée au développement des installations de recherche et des équipements scientifiques du Laboratoire de Thermodynamique et d'Energétique et du Laboratoire de Thermique Appliquée et de Turbomachines.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Labos personnels (10 séances): résolution de problèmes posés par l'expérience.

DOCUMENTATION : Introduction et manuels des différents instruments et installations.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Thermodynamique. Mécanique des fluides appliquée. Turbomachines.

Préparation pour : Hélio-technique. Moteurs à combustion interne. Installations thermiques. Admission à l'examen final, branche pratique.

Titre : LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES						
Enseignant : P. HENRY, U. MOCAFICO, I. RYHMIN, professeurs						
Heures total : 45		Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 3				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation HY...	7e..	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Assimiler la matière théorique par l'étude et par la mesure de cas concrets: établissement d'un programme d'essais; étalonnage et manipulation des instruments de mesure; dépouillement; estimation des erreurs et discussion des résultats; rédaction d'un rapport utilisable par un tiers.

CONTENU

Les travaux de laboratoire sont choisis dans une liste qui comprend:

- mesure de pertes de charge par frottement et singulières: changements de section et de direction
- mesure d'un jet libre
- mesure de la traînée d'un cylindre
- mesure de la caractéristique d'un ventilateur
- mesure de la caractéristique d'une turbine Pelton
- mesure de l'évolution de la pression et du débit dans une conduite lors d'un coup de bélièr
- simulation numérique de phénomènes, par exemple: oscillation de masse dans une chambre d'équilibre; écoulement autour d'un obstacle.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séances par groupes de 2 étudiants.

DOCUMENTATION : Cours de l'orientation HY.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Métrologie et tous les cours de l'orientation HY.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE ET DE MECANIQUE DES FLUIDES						
Enseignant : P. HENRY, U. MOCAFICO, I. RYHMING, professeurs						
Heures total : 60		Par semaine : cours - Exercices - Pratiques 6				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
orientation.HY...	8e..	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ayant eu un contact concret avec les phénomènes et les machines dont il connaît la théorie, l'étudiant sera capable d'en mieux comprendre les mécanismes. Il saura également établir un programme d'essai, étalonner et manipuler des instruments de mesure, dépouiller des résultats, les discuter, rédiger un rapport.

CONTENU

Les travaux de laboratoire sont choisis dans une liste qui comprend:

- mesure de la caractéristique d'une turbo-pompe; cavitation
- mesure de la polaire d'un avion par balance aérodynamique à 6 composantes
- mesure de la caractéristique d'une turbine Kaplan
- mesure de la répartition de vitesse à la sortie d'un coude par sonde à 5 trous
- simulation d'écoulements par différentes méthodes numériques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séances par groupes de 2 étudiants.

DOCUMENTATION : Cours de l'orientation HY.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Métrologie et tous les cours de l'orientation HY.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROJET H T E						
Enseignant : GOLDSCHMID M.L. Professeur CPD						
Heures total : 30		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques ₂
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	7e....	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

CONTENU : Travail personnel en relation avec le cours HTE

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROJET H T E						
Enseignant : GOLDSCHMID M.L. Professeur CPD						
Heures total : 20		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques 2
Destinataires et contrôle des Études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanicien.....	...8e.	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

CONTENU : travail personnel en relation avec le cours HTE

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :